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

نویسندگان:
دکتر علیرضا علی‌احمدی (عضو هیأت علمی دانشکده صنایع دانشگاه علم وصنعت ایران)
دکتر سیدسپهر قاضی‌نوری (مدرس دانشکده مهندسی دانشگاه‌الزهراء)

معرفی مقاله :

اگر نگاهی به سیرتاریخی نظریات توسعه بیفکنیم، درمی‌یابیم که جدیدترین این نظریات تأکید بر آن دارند که توسعه مبتنی بر علم و فن‌آوری است و بدون قرارگرفتن در صف پیشروان علم و فن‌آوری، هیچ کشوری در پیمودن سریع مسیر توسعه موفق نخواهد بود و این موضوعی است که می‌تواند از طریق تحقیق نیز بررسی و شواهد لازم آن ارائه شود. اما از آنجا که واژهٔ 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 برگزیده‌ایم و رابطه این وجه را با شاخصهای علم و فن‌آوری در کشورهای مختلف جهان بررسی کرده‌ایم. طبیعی است که بارزترین جنبه علم و فن‌آوری، دانشگاهها و تحقیقات هستند؛ در این مقاله نیز تأکید زیادی بر آنها و نوع ارتباطشان با صنعت و توسعه صنعتی صورت گرفته و تلاش شده است تا نقش دولت نیز

در ایجاد و اصلاح این ارتباط برمبنای یافته‌های آماری تبیین گردد. روش به‌کار 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 براستفاده از آن در موضوع مورد تحقیق یافت نشده است. در پایان مقاله نیز نتیجه‌گیریهایی از خروجیهای تحقیق صورت و برمبنای 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 ـ مقدمه

امروز، 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 درمقاطع مختلفی از اعصار تاریخی شامل مواد اولیه، بازارفروش، نیروی‌کار، ماشین آلات و... بوده است و امروز جدیدترین نظریات وقوع آن را ناشی از علم و فناوری می‌داند زیرا نظامهای معاصر تولید اصولاً برفرآیند نوآوری فنی ـ که به علت رقابت و تقسیم بازارهای جهانی تسریع گردیده ـ مبتنی هستند و خصیصه اصلی سرمایه‌گذاریهای نوین دیگر تقسیم فنی نیروی‌کار یا تولید انبوه نیست بلکه فرآیند پیشرفت فناوری است که خود برپیشرفت علوم تکیه دارد.

متأسفانه درکشورهای درحال توسعه، به دلیل وجود عقب افتادگی صنعتی، نیاز به علم و تکنولوژی نیز کمتر احساس می‌شود، و به علت عدم توجه به آن، عقب‌افتادگی 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، برمبنای 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 توسعهٔ 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 ـ مروری بر تحقیقات انجام شده برای سنجش تأثیر علم و فن‌آوری بر توسعه

هر چند، طی بررسیهای انجام شده، روشهای متعددی نظیر جداول داده ـ ستانده، شبیه‌سازی دینامیکی، اقتصادسنجی، تحلیل واریانس و تکنیکهای چند متغیره، قابلیت به‌کارگیری برای سنجش تأثیرعلم و فن‌آوری بر توسعه را دارند[1]، لیکن تنها روشی که عملاً در این زمینه مورد توجه محققان قرار گرفته اقتصادسنجی است.

در این راستا، یکی از مهمترین مراجع مقالهٔ مشهور گوئل و را[2] است که اثر تحقیق و توسعه را بررشد اقتصاد محاسبه می‌کند و، برای این منظور، از الگو یا مدلی می‌گیرد که نرخ رشد اقتصادی را ناشی از تغییر در نیروی‌کار، سرمایه‌گذاری و هزینه‌های تحقیق و توسعه می‌داند. نتیجهٔ 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[3] 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،

بااستفاده 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 بااستفاده از تحلیل رگرسیون به مطالعه علم و فن‌آوری و عوامل تأثیرگذار و تأثیرپذیر از آن پرداخته، پایان‌نامهٔ 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 وتوسعه از GNP» است. همچنین شاخصهای «رفاه‌اجتماعی»، «تعداد کاردانان 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 برفعالیتهای علمی به واسطهٔ دیگر متغیرها صورت می‌گیرد.

از جمله کارهایی که تأثیرعلم 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 بررشد اقتصاد ملی در طول سالهای ۱۳۶۱-۱۳۷۲ و تعیین سهم این تأثیر و اندازهٔ تغییرات صورت گرفته است.

در این مقاله، علاوه بر متغیر خارج کل تحقیقات کشور، سایر عوامل از جمله سرمایه‌گذاری ثابت ناخالص داخلی، رشد نیروی‌انسانی فعال اقتصادی، نسبت متوسط سرمایه‌گذاری ناخالص داخلی به تولیدناخالص 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 دربازدهی یاتولید است که می‌تواند به صورتهای زیر باشد:

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

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

ج ـ الگوی زنگوله شکل (منحنی نرمال) مسیرزمانی افزایش بازدهی یا تولید.

البته، برخی محققان خارجی تحلیل ساختار تأخیرات مذکور را حتی برای کشورهای صنعتی نیز دشوار می‌دانند. این امر درمورد ایران، باتوجه به کمبود اطلاعات، بیشتر

صدق می‌کنند.

همچنین، تأثیر بازبودن اقتصاد برارتباط بین مخارج تحقیق وتوسعه با رشداقتصادی نیز مطرح است، زیرا اقتصاد باز می‌تواند از ناحیه نوآوری فنی یامدیریتی حاصل از رقابتهای بین‌المللی و صرفه‌جوییهای ناشی از مقیاس منافعی کسب نماید؛ هرچند که مقاله مزبور باز هم به علت ضعف در نظام گردآوری داده‌های نظام آماری کشور، این موضوع را درمطالعهٔ خود قابل تحقیق نمی‌داند.

از دیگر تحقیقات انجام شده در کشور، پایان‌نامه علی‌احمدی[۷] است که، درآن 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 ـ روشهای چند متغیره و کاربرد آنها درمطالعات توسعه

شاید بتوان در یک تعریف مختصر و کلی، روشهای چندمتغیره را الگوهایی دانست که در تحلیل همزمان روابط بین متغیرهای متعدد به‌کار 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.

عمدهٔ موارد کاربرد این روشها عبارتند از:

ـ توسعه دسته‌بندیها یا نظامهای طبقه‌بندی،

ـ مطالعه برای مفهوم بخشیدن به گروه‌های اقلام،

ـ ایجاد فرضیات،

ـ آزمون فرضیات.

تفاوت این تکنیکها با رگرسیون چندگانه و تحلیل واریانس درآنجاست که معمولاً در آن روشها هر متغیر وابسته به‌وسیله چند متغیر مستقل تشریح یا پیشبینی می‌شود، در حالی که عمده‌ترین تکنیکهای چند متغیره ـ شامل تجزیه عوامل، مقیاس‌بندی چندبُعدی و خوشه‌بندی ـ غالباً در پیشبینی به‌کار نمی‌روند. متغیرها از هم مستقل نیستند

و خروجیهای تحلیل باید جهت تعیین بهترین الگو موردمطالعه قرار گیرند.

از این‌رو، بدیهی است که کاربردهای این تکنیکها هنگامی میسر می‌گردد که متغیرها بایکدیگر روابط درونی داشته باشند. این رابطه در بعضی از تکنیکها ـ مانند تجزیه به عوامل ـ به صورت همبستگی است، لیکن در برخی دیگر از تکنیکها ـ مانند مقیاس‌بندی چند بعدی و خوشه‌بندی ـ ورودیها می‌توانند صورتهای مختلفی نظیر فاصله، تشابه و... داشته باشند که به معنی انعطاف‌پذیری بالاترین تکنیکها در بعضی مسایل است.

به علت تعدد تکنیکهای آماری چندمتغیره، ما در این بخش ـ به اختصار ـ به معرفی چهار تکنیک اصلی آن می‌پردازیم:

۱ـ تجزیه به عوامل (factor analysis)

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

۲ـ مقیاس‌بندی چند بعدی (multidimensional scaling)

در راستای همان اهدافی که قبلاً برشمرده شد، نظیر نمایان کردن ساختار و کاهش داده‌های مورد نیاز، مقیاس‌بندی 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 این‌رو، 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.

مقیاس‌بندی 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.

۳ـ تحلیل خوشه‌ای (cluster analysis)

این تکنیک جهت سازماندهی اطلاعات مربوط به متغیرها به‌کار می‌رود تا گروه‌های همگنی که اصطلاحاً خوشه نامیده می‌شوند، تشکیل گردند به نحوی که اعضای داخل هرخوشه 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 درنظر گرفت، لیکن توصیه می‌شود به دلیل اندازه‌گیری متغیرها با مقیاسهای مختلف، ورودیها ابتدا استاندارد شوند تا مقیاسهای بدون واحدی به دست آیند.

۴ـ 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 باتعدادی متغیر مستقل سنجیده می‌شود. به عبارتی، می‌توان گفت که در اینجا اصولاً لفظ وابسته و مستقل کاربردی ندارند بلکه رابطه بین دوگروه از متغیرها که همگی با هم وابستگی دارند اندازه‌گیری می‌شوند. ورودی این روش باید مقادیر متغیرهای دوگروه 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 پیشبینی کننده و مجموعه دیگر را وابسته یا معیار می‌نامند؛ لذا هدف این تحلیل تعیین اثرات مجموعه متغیرهای پیشبینی کننده برمتغیرهای 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، باتوجه 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 درنظر می‌گیرند.

برای روشن شدن روند این تکنیک فرض کنید مجموعه متغیرهای پیش‌بینی کننده شامل P متغیر $(X_1,...X_p)$ و مجموعه متغیرهای معیار شامل q متغیر $(Y_1,...Y_q)$ باشد، متغیرهای X در بین خود دارای همبستگی متقابل هستند و متغیرهای Y نیز درداخل خود همبستگی دارند و همچنین میان متغیرهای X و Y نیز به صورت دوبدو همبستگی وجود دارد و این همان نقطهٔ 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:

$$W_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_1 + ... + a_{1p}x_p$$

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

این بردارها ترکیبات خطی از دو مجموع متغیرها محسوب می‌شوند و هدف آن است که ضرایب $a_{11},....a_{1p}$ و $b_{11},....b_{1q}$ 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 V_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:

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

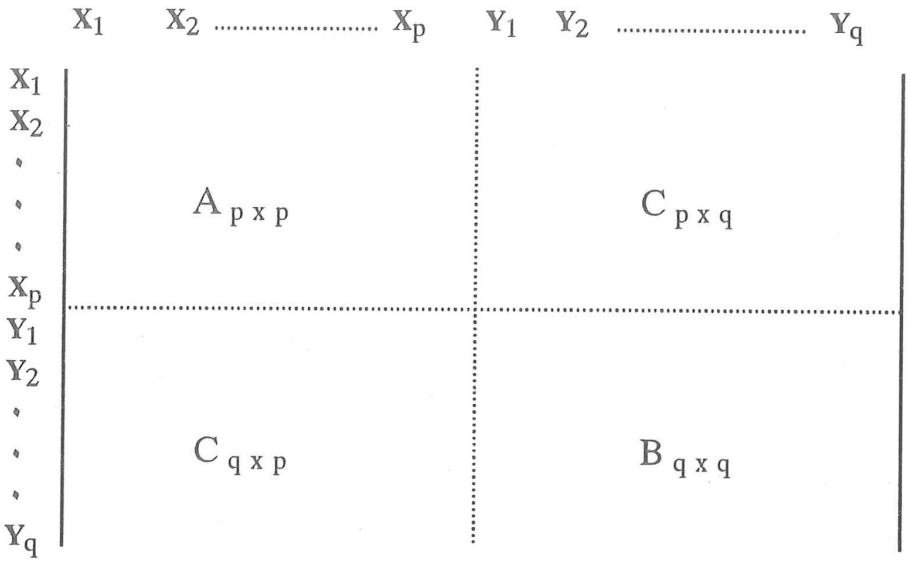
$$V_2 = b_{21}y_1 + b_{22}y_2 + ...+ b_{2q}y_q$$

این روال ادامه می‌یابد W_m و V_m نیز تعیین شوند؛ مقدار m حداکثر برابر حداقل p وq است ضمن اینکه مقادیر C_1 و C_2 و C_3 ,.....,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 چندمتغیر، ضرایب

متغیرهای V و W را بررسی کرد.

هرچند در اینجا قصد ما تشریح جزییات ریاضی عملکرد روش همبستگی کانونی نیست، اما به‌صورت مختصر، اشاره‌ای نیز به آن خواهیم داشت[۹]:

فرض کنید که ماتریس همبستگی (q+p).(q+p) بین متغیرهای $X_1, X_2, \ldots, Y_p$ و $Y_1, Y_2, \ldots Y_p$ به صورت زیر از روی متغیرها و در مشاهدات موجود، حاصل شده‌است:



از این ماتریس، یک ماتریس q.q یعنی $B^{-1}C'A^{-1}C$ را می‌توان محاسبه ومقدار ویژه آن را نیز باحل معادلهٔ زیر حساب کرد:

$$(B^{-1}C'A^{-1}C-\lambda I) = 0$$

در این حالت، مقادیر ویژهٔ $\lambda_1 > \lambda_2 > \ldots > \lambda_r$ عبارت از مربع مقادیر همبستگی بین متغیرهای کانونی است و بردارهای ویژه $b_1, b_2, \ldots b_r$ ضرایب متغیرهای Y را برای متغیرهای کانونی بدست می‌دهند. ضرایب متغیر کانونی iام (W_i) به‌وسیلهٔ اجزای بردار زیر به‌دست می‌آیند:

$$a_i = A^{-1}Cb_i$$

در این محاسبات، فرض می‌شود که متغیرهای اولیهٔ X و Y استاندارد شده‌اند، یعنی دارای میانگین صفر و انحراف استاندارد یک می‌باشند، بنابراین، ضرایب متغیرهای

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

باوجود 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 برتوسعه 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 ومقاله‌ای ـ که دقیقاً از روش همبستگی کانونی برای تحلیل مسایل توسعه یافتگی استفاده کرده باشد ـ پیدانشد. 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 عبارتنداز: 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 مقالهٔ 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. باتوجه 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 درنظر گرفته شده‌اند) و شباهت میان آنها مورد بررسی قرار گرفته است.

برخلاف مقاله فوق، که درآن خوشه‌بندی برروی شاخصهای توسعه انجام شده بود وکشورها 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 برمبنای 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 می‌آمد، خوشه‌بندی کشورها برمبنای امتیازات آنها در دو بعد ـ مثلاً تحرک اقتصادی ـ جمعیتی و عوامل اجتماعی ـ 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 زمینهٔ برقراری روابط میان خوشه‌ها با مشخصات کشورهای عضو انجامید.

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

هافستد[۱۳] بامطالعهٔ ۵۰ کشور توانست چهار بُعد از تفاوتهای ملی را تشخیص دهد که عبارتنداز:

ـ فاصلهٔ قدرت یا پذیرش نابرابری در قدرت درجامعه،

ـ فردگرایی یا تأکید بر علایق فردی به عنوان تضاد بااهداف جمعی،

ـ اجتناب از عدم اطمینان یاتمایل جامعه برای مقابله وضعیتهای غیرقابل پیش‌بینی،

ـ مردگرایی یا زن‌گرایی در حوزه سنتهای اجتماعی.

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

پس، برخلاف مطالعات نوع اول که بر برنامه‌ریزی و اهداف سازمانی تمرکز داشتند، این نوع تحقیقات برارزشهای مؤثر بر الگوهای مدیریت و تصمیم‌گیری تأکید می‌ورزیدند. اما تااینجا 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 درنظر گرفتند و، از سوی دیگر، عامل زمان را به حساب آوردند، یعنی مقادیر متغیرها را برای سالهای ۱۹۶۰، ۱۹۷۰، ۱۹۸۰، ۱۹۸۸ اندازه‌گیری کردند. ادعای مقالهٔ 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 برمبنای فاصله فیزیکی است و ـ لذا ـ فاصله عامل مهمی درتشابه کشورهاست؛ مشخصات فرهنگی، اجتماعی در الگوهای رفتاری و نگرشی کشورها مؤثرند؛ فردگرایی نرخ توسعه را بالا می‌برد و فاصله قدرت آن را پایین می‌آورد (برمبنای 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 درنظر 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 درمورد این ماتریس انجام گرفته است و چهار مؤلفه PC_1 تا PC_4 حاصل شده‌اند که جمعاً ۸۶٪ واریانس متغیرها را می‌پوشانند (البته، نکته جالب آن است که PC_1 بتنهایی ۶۳٫۷٪ واریانس را پوشش می‌دهد). باتوجه به ضرایب متغیرها درهر مؤلفه، برای هریک از مؤلفه‌ها تعبیری انتخاب شده است که عبارتند از: PC_1 توسعه عمومی، PC_2 تحولات در ساختار سنی و جمعیتی، PC_3 آموزش ابتدایی و فراگیر و PC_4 شاخص آزادی.

لهنن و مک‌گرگور [۱۶]، برای مقایسهٔ موجودی سرمایه نیروی انسانی، روند مشابه ولی ساده‌تری را برای ایالات ۵۰گانه 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.

گرانت و سایرین [۱۷] از شاخهٔ 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 به‌کار 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 جزییات ساختار مربوط استفاده می‌شود) تا نظریه (تئوری) اقتصادی اسینگر راکه مدعی است سمت و سوی سیاستهای توسعه‌ای، بعد از سال ۱۹۸۵، دچار

تحولاتی شده است، بیازماید.

ت ـ انتخاب متغیرهای تحقیق و فرمولی کردن مسأله

چنانکه می‌دانیم، تا به حال برای توسعه، تعاریف متعددی ارائه شده و ـ لذا ـ تعریف توسعهٔ صنعتی نیز تاحدودی دچار این مشکل است. به عبارت دیگر، وقتی تعریف دقیقی از توسعهٔ صنعتی نداشته باشیم، انتخاب معیارهای نشان‌دهندهٔ سطح توسعه یافتگی نیز دشوارتر است. اما می‌توان گفت که گزینش این معیارها دقیقاً بستگی به آن دارد که دنبال چه چیزی درتحقیق باشیم. اصولاً صنعتی شدن فرآیندی است که از راه‌های مختلف بر زندگی مردم تأثیر دارد، مثلاً از طریق فن‌آوری یا تحولات فرهنگی یا تأثیرات زیست محیطی. اما ما، در این مقاله پژوهشی، به دنبال ابعادی هستیم که مستقیماً قابل اندازه‌گیری باشند و دولتها و برنامه‌ریزان کشور ما نیز بتوانند آنها را برنامه‌ریزی 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 درسال ۱۹۹۶ به طور سرانه با واحد دلار (منظور از ارزش افزوده، مجموع ارزش ناخالص صنعت، منهای ورودیهای میانی به‌کار 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 درصنعت نسبت به کل اشتغال درسال ۱۹۹۴ (منظوراز بخش صنعت در اینجا، معدن نفت و گاز، برق، ساختمان و صنایع ساخت و تولید هستند).

X_4 = صادرات صنایع با فن‌آوری سطح بالای کشور در ۱۹۹۶ (که، طبق تعاریف یونیدو، این صنایع شامل ماشین‌آلات و تجهیزات، صنایع شیمیایی و... می‌شوند).

توجه داریم که انتخاب شاخصهای فوق باتوجه بامحدودیت اطلاعات آماری صورت گرفته است. در غیراین صورت، شاخصهای دیگری نظیر بهره‌وری سرانهٔ صنعت، رشد تولیدات صنعتی و... نیز که در ابتدای تحقیق مدنظر قرارگرفتند، حذف نمی‌شدند. به همین ترتیب، علت این که شاخصها دربعضی 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 درنظر گرفتن فاصلهٔ زمانی بین انجام فعالیتهای علم و فن‌آوری با ثمردهی آنها در توسعهٔ صنعتی است.

گوئل و رام در مآخذ معرفی شده در این مقاله اشاره می‌کنند که ادارهٔ 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.

ما در این تحقیق، برای حل مشکل، چند روش در پیش گرفته‌ایم: در هرجا که امکان‌پذیر بوده رقم مربوط به یک شاخص معادل برای میانگین چندسال، در یک دوره نسبتاً طولانی منظور شده است. هرجا هم که این امر، به علت کمبود اطلاعات، مُیسر نبوده از یک شکاف زمانی استفاده شده است. مثلاً در مورد فعالیتهای آموزشی، این شکاف حدود ۱۰ سال درنظر گرفته شده؛ یعنی بین سرمایه‌گذاری درآموزش 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 بااین 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 حتی‌المقدور متغیرهای قابل برنامه‌ریزی باشند، یعنی بتوان ـ در صورت حصول اطمینان از تأثیر آنها برتوسعه صنعتی ـ 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 هرمیلیون نفر) طی سالهای ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۵ (طبق تعریف، منظور از دانشمندان و مهندسان، افرادی هستند که برای فعالیت درهر حوزهٔ علمی تعلیم دیده‌اند).

Y_2 = متوسط تعداد کاردانهای فنی (تکنسینها) شاغل در تحقیق و توسعه (درهر میلیون

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

Y_3 = 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 به‌منظور افزایش اندوخته بشری یا کاربردهای جدید آن صرف می‌شود).

Y_4 = 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 کالاست).

Y_5 = تعداد استادان دانشگاه‌ها درسال ۱۹۸۵،

Y_6 = تعداد دانشجویان دانشگاه درسال ۱۹۸۵،

Y_7 = درصد هزینه‌های آموزشی از تولید ناخالص ملی درسال ۱۹۸۵،

Y_8 = درصدی از کارکنان تحقیق و توسعه درسال ۱۹۹۵، که شاغل در آموزش عالی بوده‌اند؛

Y_9 = درصدی‌ازهزینه‌های تحقیق وتوسعه درسال ۱۹۹۵،که‌درآموزش‌عالی‌صرف‌شده؛

Y_{10} = درصد از هزینه‌های تحقیق و توسعه در سال ۱۹۹۰، که از رهگذر بودجه‌های دولتی تأمین شده است؛

Y_{11} = درصدی از هزینه‌های تحقیق و توسعه درسال 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 دادهٔ مربوط به یک کشور در ستون مربوط وجود نداشته، بااستفاده از نرم‌افزار تخمین‌زده و جایگزین شده است.

همچنین لازم به‌یادآوری‌است که ابتدا حدود ۳۰ شاخص برای علم و فن‌آوری برگزیده‌شد، که پس از بررسیهای آماری وتحلیل، تعداد آنها به ۱۱ شاخص فوق کاهش یافت.

شکی نیست که موضوع انتخاب شاخصها، درهرحال، امری است که تاحدی به سلیقه وتجربه محقق نیز مربوط می‌شود؛ لذا هیچگاه توافق کاملی درمورد 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.

درمورد 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 ـ 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 بالاخرهٔ آخرین بخش جدول مزبور همبستگی میان دوگروه شاخصهای یاد شده را ارائه می‌کند.

مهمترین بخش نتایج اجرای الگو یا مدل ـ یعنی وزنهای کانونی ـ را می‌توان در جدول ۳ ملاحظه کرد. چنانکه مشاهده می‌شود، قسمت الف این جدول ریشه‌های مربوط به را 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 $V_4, N_3, V_1 V_2,$ را نشان می‌دهند که، در ذیل هر ریشه، می‌توان ضرایب متغیرهای Y در آن ریشه را دید.

جدول ۱ـ اطلاعات شاخصهای توسعه صنعتی (X) و شاخصهای توسعه علوم و فن‌آوری (Y) برای کشورهای منتخب

ردیف	نام کشورها	شاخصهای توسعه صنعتی				شاخصهای علم و فن‌آوری										
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
۱	آرژانتین	۱۴۲۴	–	–	۱۱۹۵	۶۷۱	۱۴۹	۰/۳	–	۴۴۰۳۸	۶۶۴۲۰۰	۳/۴	۵۰/۲	۳۶/۰	۸۴/۷	۳/۴
۲	استرالیا	۲۶۶۳	۱۳/۰۲	۰/۱۴	۶۲۲۶	۲۴۷۷	۹۴۳	۱/۴	۳۷۴۸۱	۲۲۶۵۹	۳۷۰۰۴۸	۵/۵	۴۶/۵	۲۵/۰	۴۸/۱	۲/۰
۳	اتریش	۴۷۴۱	۴۰/۸۸	۰/۲۲	۱۱۹۷۵	۱۶۰۴	۸۰۱	۱/۵	۶۶۱۲۶	۱۰۲۵۲	۱۶۰۹۰۴	۵/۸	۲۹/۲	۳۵/۰	۴۸/۰	۲/۶
۴	بلژیک	۴۱۲۸	۱۱۰۷۳	۰/۲۰	–	۱۸۱۴	۲۲۰۰	۱/۷	۵۳۶۵۱	۱۱۰۵۰	۱۱۸۵۴	۶/۱	۳۶/۹	۲۶/۲	۳۱/۳	۳/۰
۵	برزیل	۷۲۹	–	۰/۱۳	۴۴۴۸	۱۶۵	۵۸	۰/۴	۲۵۷۹۷	۱۱۷۲۱۱	۱۴۵۱۹۱	۳/۸	۷۰/۰	–	–	–
۶	کانادا	۳۳۵۸	۱۰۹/۱	۰/۱۵	۳۰۷۱۵	۲۳۲۲	۹۷۸	۱/۶	۴۳۶۰۴	۳۵۲۴۵	۶۲۷۶۱۷	۶/۶	۳۵/۱	۲۲/۱	۳۰/۱	۱۰/۸
۷	شیلی	۶۳۹	–	۰/۱۶	۳۸۸	–	–	۰/۸	۱۷۱۶	۴۲۳۰	۱۲۰۱۶۸	۴/۴	۹۲/۳	–	۶۸/۵	۱۱/۳
۸	چین	۲۵۸	–	۰/۱۵	۲۶۹۳۸	۵۳۷	۱۸۷	۰/۶	۴۱۷۷۳	۳۴۴۲۶۲	۱۷۹۰۴۴۶	۲/۵	۲۰/۹	۱۳/۷	–	–
۹	هنگ کنگ	۱۹۱۶	۲۷/۱۱	۰/۱۸	۷۰۳۲	۹۸	۱۰۵	۰/۳	۱۹۶۱	۱۵۶۹	۱۴۴۳۶	۲/۸	–	۸۸/۰	۹۱/۰	۰/۵
۱۰	دانمارک	۴۳۲۸	۲۴/۳۰	۰/۱۹	۷۳۸۶	۲۶۴۷	۲۶۵۶	۱/۹	۶۲۰۶۷	۸۷۰۰	۱۶۴۳۵۶	۷/۲	۲۲/۷	۲۲/۹	۳۷/۹	۷/۴
۱۱	مصر	۲۳۲	–	۰/۱۳	۱۰۱	۴۵۸	۳۴۰	۰/۱	–	۲۹۸۸۹	۷۵۳۱۹۰	۶/۳	۵۹/۸	–	–	–
۱۲	فنلاند	۶۳۶۵	۲۵/۱۱	۰/۲۰	۷۶۶۳	۳۶۷۵	۲۳۶۰	۲/۳	۲۲۷۲۵	۷۱۶۹	۹۲۲۳۰	۵/۴	۲۷/۲	۱۹/۵	۳۷/۴	۴/۵
۱۳	فرانسه	۴۴۷۷	۱۸۷/۲	۰/۲۷	۶۸۶۵۵	۲۵۳۷	۲۹۲۶	۲/۵	۸۹۷۶۶	۴۵۲۱۱	۹۷۸۵۱۹	۵/۸	۲۴/۸	۱۶/۲	۴۱/۶	۸/۳
۱۴	آلمان	۶۷۱۸	۳۸۰/۳	۰/۲۷	۱۱۰۰۰۰	۳۰۱۶	۱۶۰۷	۲/۶	۱۳۶۶۱۵	۲۲۵۹۷۳	۱۸۳۴۳۴۱	۴۴/۷	۲۳/۲	۱۸/۰	۳۶/۷	۱/۶
۱۵	یونان	۸۷۶	۴/۸۸	۰/۱۹	۷۲۸	۷۷۴	۳۱۴	۰/۵	۴۵۱۴۹	۶۹۳۴	۱۱۰۹۱۷	۲/۴	۴۶/۵	۴۰/۷	۴۵/۸	۳۰/۳
۱۶	مجارستان	–	–	۰/۳۱	۱۶۹۰	۱۱۵۷	۵۸۸	۱/۰	۲۰۸۸۷	۱۴۸۵۰	۹۹۳۴۴	۵/۵	۳۲/۲	۲۶/۴	۵۲/۴	۴/۸
۱۷	هندوستان	۷۹	۲۰/۱۵	–	۲۳۵۰	۱۵۱	۱۱۴	۰/۸	۶۵۶۶	۲۶۳۱۲۵	۴۴۲۵۲۴۷	۳/۵	۱۶/۱	۱/۱	۸۳/۶	۰/۰
۱۸	ایران	۲۳۱	–	–	–	۵۲۱	۱۵۴	۰/۵	۴۰۷	۱۰۲۲۹	۱۲۱۴۵۹	۳/۶	۲۳/۰	–	۹۰/۶	–
۱۹	ایرلند	–	۲۴/۲۹	۰/۲۰	۲۳۱۹۲	۱۸۱۷	۵۱۰	۱/۴	۴۵۵۸۷	۳۳۳۲	۳۹۱۲۰	۶/۴	۳۷/۶	۲۱/۰	۲۷/۸	۷/۸
۲۰	فلسطین اشغالی	۳۱۰۷	۱۵/۵۰	۰/۲۱	۵۶۵۴	–	–	۲/۲	۴۴۲۵	۱۰۲۳۷	۵۵۸۴۰	۷/۰	–	۳۳/۳	۳۷/۱	۷/۶
۲۱	ایتالیا	۴۵۲۶	۱۷۰/۵	۰/۲۳	۳۴۴۴۲	۱۳۰۳	۷۹۶	۱/۳	۶۴۹۵۵	۵۰۹۹۶	۱۱۷۶۷۲۶	۵/۰	۳۳/۳	۲۵/۸	۵۰/۲	۶/۱

ادامه جدول ۱

ردیف	نام کشورها	شاخصهای توسعه صنعتی				شاخصهای علم و فن‌آوری									
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
۲۲	ژاپن	۷۱۵۴	۳۸۱/۰	۰/۲۳	۱۵۱۰۰۰	۵۶۷۷	۸۶۹		۳۸۸۹۵۷	۱۹۱۵۳۳	۱۹۳۲۷۸۵	۳/۶	۳۰/۴	۲۰/۲	۱۸/۲	/۰۱
۲۳	اردن	۱۹۸	–	۰/۱۲	۱۸۳	۱۰۶	۷	۰/۳	–	۱۲۹۵	۲۶۷۱۱	۶/۸	۶۱/۰	۶۸/۶	–	–
۲۴	کره‌جنوبی	۲۵۸۴	۸۹/۸۶	۰/۲۴	۴۴۴۳۳	۲۶۳۶	۳۱۷	۲/۸	۹۶۵۵۷	۲۷۰۸۲	۱۰۱۸۲۳۶	۴/۵	۳۹/۳	۷/۷	۱۵/۹	۰/۰
۲۵	مالزی	۱۱۵۴	–	۰/۲۳	۳۹۴۴۸	۸۷	۸۸	۰/۴	۴۰۵۲	۴۷۱۸	۴۳۲۹۵	۶/۶	۲۵/۳	۹/۲	۵۳/۱	۱/۸
۲۶	مکزیک	۶۳۳	–	۰/۱۵	۲۴۱۷۹	۹۵	۲۷	۰/۳	۲۳۶۶۹	۱۰۸۰۰۲	۱۲۰۷۷۷۹۹	۳/۹	۴۴/۶	۴۵/۸	۴۳/۴	۶/۷
۲۷	هلند	۳۸۰۶	۸۹/۸۶	۰/۲۳	۴۶۶۵۱	۲۶۵۶	۱۷۷۴	۱/۹	۶۳۷۳۹	۲۱۳۱۰	۱۹۸۴۴۲	۶/۴	۳۰/۱	۴۸/۸	۴۳/۹	۸/۸
۲۸	زلاندنو	۲۵۶۰	۳/۷۸	۰/۱۸	۴۲۸	۱۷۷۸	۸۲۲	۱/۱	۲۰۶۴۸	۵۲۲۶	۴۷۷۹۹	۴/۷	۶/۷	۲۸/۳	۵۴/۷	۲/۴
۲۹	نروژ	۳۴۴۰	۱۱/۲۰	۰/۱۵	۲۷۰۳	۳۴۳۴	۱۷۰۵	۱/۹	۲۱۶۷۶	۴۲۶۵	۴۱۶۵۸	۵/۹	۲۹/۱	۲۶/۰	۴۳/۵	۴/۹
۳۰	پاکستان	۶۰	۶/۳۸	۰/۱۰	۲۶۹	۵۴	۷۶	۰/۹	۶۹۹	۷۷۴۴	۲۳۳۹۸۹	۲/۵	۱۹/۲	۱۹/۸	۱۰۰	۰/۰
۳۱	فیلیپین	۱۸۵	–	۰/۱۰	۱۰۵۶۱	۱۵۷	۲۲	۰/۲	–	۵۰۸۲۱	۱۱۶۷۰۰۰	۱/۴	۴۴/۴	۱۴/۷	۳/۲	۴/۷
۳۲	لهستان	–	–	۰/۲۳	۱۹۲۶	۱۰۸۳	۱۳۸۰	۰/۹	۲۲۰۸۹	۵۷۲۸۰	۳۵۹۲۴۵	۴/۹	۴۲/۱	۲۵/۶	۶۴/۴	۱/۷
۳۳	پرتغال	۱۸۱۲	۱۴/۸۶	۰/۲۳	۲۲۹۵	۵۹۹	۳۸۱،	۰/۶	۵۸۷۰۱	۷۶۱۴	۷۰۲۴۴	۴/۰	۳۸/۰	۳۳۸	۶۵/۲	۱۱/۹
۳۴	سنگاپور	۵۳۶۳	۸۰/۵۵	۰/۲۷	۷۳۷۰۱	۲۵۱۲	۱۵۲۴	۱/۱	۱۱۸۸۱	۱۴۳۳	۹۰۷۸	۴/۴	۱۸/۳	۱۴/۱	۳۱/۴	۳/۷
۳۵	آفریقای جنوبی	۵۸۹	۱۰/۲۸	–	–	۹۳۸	۲۸۶	۰/۷	۱۱۰۵۰	۶۵۸۴	۲۸۶۳۵۹	۶/۵	۳۵/۸	۱۶/۰	۴۲/۷	۱/۰
۳۶	اسپانیا	۲۷۰۴	۵۷/۷۴	۰/۲۰	۱۳۱۷۹	۱۰۹۸	۳۴۲	۰/۹	۷۱۲۵۱	۴۶۷۴۰	۸۸۲۷۹۸	۳/۳	۴۳/۱	۳۱/۶	۵۲/۴	۶/۳
۳۷	سوئد	۶۱۶۳	۵۳/۳۵	۰/۱۸	۲۰۹۰۵	۳۷۱۴	۳۱۷۳	۳/۵	۷۰۵۶۱	۲۵۰۵۳	۲۲۲۸۲۶	۷/۷	۲۹/۷	۲۴/۵	۳۱/۴	۲/۴
۳۸	سویس	۸۱۹۷	۶۶/۷۰	۰/۲۱	–	–	–	۲/۶	۶۹۷۴۲	۶۲۳۶	۷۴۸۰۶	۴/۷	۲۶/۲	۲۵/۰	۲۸/۴	۱/۹
۳۹	تایلند	۷۱۱	–	۰/۱۱	۱۴۷۴۶	۱۷۳	۵۱	۰/۲	–	۱۴۶۶۶	۱۵۰۳۵۵	۳/۸	۳۰/۷	۳۶/۰	۷۹/۷	۱/۳
۴۰	ترکیه	۷۱۴	۱۳/۳۰	۰/۱۴	۱۳۲۶	۲۰۹	۲۳	۰/۸	۱۷۱۲	۲۰۳۵۳	۳۰۰۸۳۶	۱/۸	۶۳/۷	۶۹/۰	۶۲/۴	۲/۰
۴۱	انگلیس	۳۵۳۸	۱۶۸/۶	۰/۲۶	۸۵۰۳۵	۲۴۱۷	۱۰۱۹	۲/۲	۱۱۵۷۵۴	۳۱۴۱۲	۳۵۲۴۱۹	۴/۹	۲۳/۷	۱۶/۷	۳۲/۷	۱۱/۷
۴۲	ایالات متحده	۵۱۰۹	۳۸۰/۹	۰/۲۶	۱۹۸۰۰۰	۳۷۳۲	–	۲/۵	۲۳۵۴۴۰	۴۹۴۰۰۰	۷۷۱۵۹۷۸	۵/۲	۱۳/۳	۱۵/۷	۵/۳۵	۰/۰

جدول ۲ـ 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 ۲ـ ب) همبستگی میان شاخصهای علم و فن‌آوری

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 وفن آوری

STAT. CANONICAL ANALYSIS	Correlations, left set with right set										
Root Removed	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
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 ANALYSIS	Canonical Weights, left set			
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