

سی سال در علم؛ نهضت‌های دوره‌ای در تولید دانش

سمانه نادری جلودار
علی اکبر صبوری^{۱*}

(این مقاله، برگرفته از انتشارات Science-Metric کانادا در سال ۲۰۱۰ بوده و عیناً بدون دخل و تصرف ترجمه شده است. بنابراین، اگرچه مطالب مقاله بسیار جالب و خواندنی است، اما در مواردی از جمله آمار تعداد شهدای جنگ تحمیلی و یا ارتباط دادن پیشرفت تمام شاخه‌های علمی کشور با موضوع تحقیقات هسته‌ای با نظر مترجمین همسو نیست. متن انگلیسی آن از پایگاه اینترنتی 30years-paper/www.science-metric.com گرفته شده است.)

چکیده

این مقاله تحلیلی، ارتباط میان عوامل جغرافیای سیاسی و فعالیت‌های علمی را مبتنی بر داده‌های مربوط به مقالات منتشر شده در یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۰ تا ۲۰۰۹) مورد بررسی قرار می‌دهد. این تحلیل با استفاده از روش‌های کتاب‌شناختی، بر نهضت‌های بزرگ دوره‌ای در جغرافیای سیاسی تولید دانش تمرکز می‌کند. در وهله اول، سیر تکاملی پرونده‌های علمی مربوط به کشورهای شوروی سابق و بلوک شرق و سپس آسیای میانه مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ پس از آن چگونگی شکل‌گیری مجدد نقشه جهانی علم در آسیا بررسی می‌شود. فروپاشی شوروی سابق در سال ۱۹۹۱، به نوعی تاثیر عمیقی بر تولید علم در اکثر کشورهای عضو پیمان ورشو داشته است. درحالی که اکثر جمهوری‌هایی که شوروی سابق را شکل می‌دادند شاهد افول تولیدات علمی خود بودند. بسیاری از کشورهای اقماری اتحاد جماهیر شوروی، نظیر لهستان و نیز کشورهای لیتوانی و استونی که از اتحاد جماهیر شوروی خارج شدند، به سرعت مشارکت خود را در علم جهانی افزایش دادند. در کل، رشد تولید علم در آسیای میانه، با حضور ایران و ترکیه در خط مقدم کشورهای این منطقه، سریع بوده است (تقریباً ۴ برابر سریع‌تر از سطح رشد جهانی)؛ بویژه کشور ایران در تقویت قابلیت‌های علمی خود بیشترین سرعتی را که جهان در طی دو دهه اخیر شاهد آن بود، از خود نشان داده است. رشد علمی ایران حاکی از تاکید آن بر حوزه‌های علمی راهبردی و خاص می‌باشد و شاید بتوان گفت که این رشد نتیجه برنامه‌های توسعه‌ای فناوری هسته‌ای بحث برانگیز ایران باشد.

* عهده دار مکاتبات، استاد

۱- مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران،

تلفن: ۶۶۹۵۶۹۸۴ (+۹۸۲۱)، دورنگار: ۶۶۴۰۴۶۸۰ (+۹۸۲۱) | پست الکترونیکی: Saboury@ut.ac.ir

تأثیرات مختلفی بر نظام‌های علمی این سه کشور خاورمیانه و روند بهبودی آنها داشته است. درحالی که سطح فعالیت علمی کویت به انتها درجه پیشین خود بازگشته است، اما رشد عظیمی که در دهه ۸۰ رخ داده بود هرگز به این کشور بازنگشت. نظام علمی عراق سقوط زیادی داشته است و هنوز هم تا به این زمان، هیچ نشانی از بهبودی مشاهده نمی‌شود. در مقابل، در دو دهه اخیر، جهان شاهد نمایش سریع‌ترین نرخ رشد تولیدات علمی در ایران بوده است. شواهد به دست آمده از تحلیل رشد ایران در حوزه‌های فرعی خاص حاکی از آن است که احتمالاً "این افزایش، حداقل تا حدودی، بواسطه برنامه توسعه‌ای فناوری هسته‌ای بحث برانگیز این کشور می‌باشد.

در نهایت، چگونگی شکل‌گیری مجدد نقشه جهانی علم در سال‌های اخیر، که مشخصاً در نتیجه رشد حیرت‌آور آسیا به عنوان یک قدرت علمی است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ضمن، درحالی که اروپا برای حفظ موقعیت خود برنامه‌ریزی کرده است، ایالات متحده میدان را برای آسیا و آمریکای لاتین خالی کرده است.

فروریختن دیوار برلین و فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی

در تصویر ۱ مشارکت اتحاد جماهیر شوروی و جمهوری‌های سابق شوروی در علم جهانی در سی سال گذشته نشان داده شده است) ارقام این نمودار به صورت کسری نشان داده شده است، بدین معنا که اگر نویسندگان چندین کشور در تهیه یک مقاله مشارکت داشته باشند هر یک از کشورها کسر برابری را به خود اختصاص می‌دهد). در اینجا از اصطلاح "اتحاد جماهیر شوروی گذشته" برای اشاره به همکاری‌های جمهوری‌های مستقل خارج شده از شوروی با یکدیگر در دوره سی ساله مورد بحث، استفاده شده است (این امر برای "یوگسلاوی سابق" و "چکسلواکی سابق" نیز صدق می‌کند). در تصویر ۱ به وضوح مشخص است که تجزیه اتحاد جماهیر شوروی در ۱۹۹۱، افتی مستمر در تولید علم تقریباً تمامی جمهوری‌های شوروی سابق را در پی داشته است. در واقع، مشارکت سالانه آنها در علم از ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۱ به ۱۹۹۲ - ۲۰۰۹، ۲۳ درصد کاهش داشته است و تنها از سال ۲۰۰۶ است که این سقوط متوقف شده است. ترکمنستان که غالباً در دوران شوروی سابق برونداد علمی نداشته است، در پی فروپاشی

در مقیاس جهانی، چندین "منطقه فعال" در تولید علم ظهور کردند که برجسته‌ترین آنها در آسیا بوده است. طی سی سال اخیر، سهم آسیا از بروندادهای علمی جهان رشدی ۱۵۵ درصدی داشته و در سال ۲۰۰۹ از سهم آمریکای شمالی هم فراتر رفته است. به ویژه چین، پیشرفت قابل ملاحظه‌ای از خود نشان داد. رشد برونداد علمی این کشور پنج برابر سریع‌تر از رشد علمی ایالات متحده آمریکا بوده و این کشور درصدد است که در سال ۲۰۱۵ به سطح بروندادهای علمی ایالات متحده دست یابد (در سال ۲۰۱۰ چین در علوم طبیعی از ایالات متحده پیشی گرفته است). درحالی که میزان رشد علم در آمریکای شمالی به طرز چشم‌گیری کندتر از سطح جهانی بوده است، اروپا برای حفظ مالکیت خود بر بیشترین سهم از بروندادهای علمی جهان که بالغ بر یک سوم است، برنامه‌ریزی کرده است.

مقدمه

در این مقاله تحلیلی، رابطه میان عوامل جغرافیای سیاسی و فعالیت علمی بر اساس اطلاعات استخراج شده از انتشارات علمی پایگاه وب علم (تامسون رویترز) در دوره زمانی سی سال گذشته (۱۹۸۰ تا ۲۰۰۹) مورد مذاقه قرار گرفته است. این داده‌ها جهت تهیه نقشه جهانی و تاریخی از گرایش‌های موجود در چشم انداز علمی و بررسی تأثیر تغییرات جغرافیای سیاسی بر فعالیت علمی، از قدرت زیادی برخوردارند. این مقاله به چند واقعه مهمی که جهان را طی سی سال گذشته شکل داده است و نیز بر برخی از نهضت‌های دوره‌ای که طی آن زمان آغاز شد و مطمئناً سی سال آتی را شکل خواهند داد، متمرکز شده است.

فرو ریختن دیوار برلین که شاید مهم‌ترین واقعه جغرافیای سیاسی سه دهه اخیر باشد، نقطه آغاز بحث ماست و به دنبال آن تأثیر فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی بر برونداد علمی روسیه، سایر کشورهای عضو پیمان ورشو و یوگسلاوی را مورد بررسی قرار می‌دهیم. داده‌ها حکایت از آن دارند که علی‌رغم تزلزل روسیه، دولت‌های اقماری آزاد شده از اتحاد جماهیر شوروی به جد در تلاشند که موقعیت خود را در صحنه علم جهانی باز یابند.

تنش‌های تقریباً پیوسته در آسیای میانه، از جمله جنگ تحمیلی عراق بر علیه ایران، کویت و نیروهای متفقین به رهبری ایالات متحده، وجه مشخصه سی سال گذشته است. این وقایع ویران‌کننده

بوده یا حتی کاهش داشته است، اما بعد از ۱۹۹۱، یکایک کشورها میزان مشارکت خود را به درجات مختلف افزایش داده‌اند. به عنوان مثال، لهستان به سرعت از یک دوره برون‌داد علمی ثابت بیرون آمد، در حالی که چکسلواکی سابق، یوگسلاوی سابق و رومانی تنها در اواسط دهه ۲۰۰۰ مشارکت‌های خود را افزایش دادند. در مقابل، مجارستان نسبتاً زود (اواسط دهه ۹۰) دوباره وارد صحنه شد، در حالی که مقالات نسبتاً کم بلغارستان در جهان علم در سی سال گذشته تقریباً ثابت مانده است.

چندین عامل در پشت صحنه این نهضت‌های دوره‌ای در تولید دانش نقش دارند که یکی از برجسته‌ترین آنها تاثیر جغرافیاست: کشورهای غربی که مرز اروپای غربی را شکل می‌دهند نرخ سریع‌تری از بهبودی و رشد را نشان داده‌اند. علاوه بر این، عوامل مذهبی و قومی - زبانی نیز در بهبودی نقش داشته‌اند و می‌توان گفت که بدون آنکه لزوماً رابطه علت و معلولی وجود داشته باشد، بسیاری از کشورهایی که سرعت بهبودی نظام‌های علمی آنها سریع‌تر بوده است، پیوند نزدیک تری با عقاید پروتستان و آلمانی داشتند.

رشد در خاورمیانه

بسیاری از رشته‌های دانش (علمی) ریشه عمیقی در زبان عربی دارند، اما مشارکت‌های تاریخی و معاصر کشورهای خاورمیانه غالباً نادیده گرفته می‌شوند. تصویر ۵ نشان می‌دهد که اگرچه رشد علمی در میان کشورهای مختلف بسیار نامتوازن بوده است، اما رشد کلی این منطقه سریع است. رشد علمی منطقه خاورمیانه تقریباً چهار برابر سریع‌تر از میزان رشد جهانی بوده است. به طور برجسته، بخش اعظم رشد علمی در دو کشور رخ داده است (نگاه کنید به تصویر ۵). در سالهای ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۴ به ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹، نرخ رشد علمی (شاخص رشد در تصویر ۵) در ایران و ترکیه به ترتیب ۱۱ و ۵/۵ برابر سریع‌تر از رشد برون‌داد علمی در سطح جهانی بوده است. قبرس، عمان و امارات متحده عربی نیز رشد سریعی در تولید علم تجربه کرده‌اند. تنها برون‌داد علمی عربستان سعودی، اسرائیل و عراق با سرعتی کمتر از سرعت رشد جهانی افزایش یافته‌اند. با این وجود، بسیاری از کشورها - به عنوان مثال کویت، بحرین و مصر - نرخ رشد ثابتی داشته‌اند. با وجود چنین تصویری از منطقه خاورمیانه، جالب است که چگونه سه کشوری که در مرکز کشمکش‌های گسترده بوده‌اند پیشرفت کرده‌اند و

اتحاد جماهیر شوروی به کلی محو شده است. تاجیکستان و قرقیزستان نیز امروزه نسبت به دوره اتحاد جماهیر شوروی از وضعیت مناسبی برخوردار نیستند. در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ آذربایجان و قزاقستان همچنان از سهم ۴۰ درصدی خود از سطح برون‌داد علمی جهان در اوائل دهه ۸۰ پایین‌تر بودند. اوکراین که زمانی حضور چشم‌گیری در تولید علم داشته است نیز در دو سال ۲۰۰۶-۲۰۰۷ نصف میزان انتشارات سال‌های ۱۹۸۲-۱۹۸۳ را به خود اختصاص داده است.

تنها دو کشور که زمانی جزو امپراطوری شوروی بودند، به معنی تمام کلمه از فروپاشی این امپراطوری سود برده‌اند: لیتوانی و استونی. نرخ رشد تولید علمی این دو کشور در واقع سریع‌تر از نرخ جهانی بوده است. این دو کشور در سال ۲۰۰۴ عضو اتحادیه اروپا شدند و هر دوی آنها از رکود اقتصادی سال‌های ۲۰۰۸ - ۲۰۰۹ ضربه سختی خوردند. با این وجود، تنها برون‌داد علمی لیتوانی سقوط آبی و کاملاً مشهودی داشته است (تصویر ۲). لتونی، کشور دیگری که از اتحاد جماهیر شوروی خارج شده و به اتحادیه اروپا پیوسته است، هنوز از آشفتگی‌های دوران پس از شوروی کاملاً رهایی نیافته است.

روندهای متباین در کشورهای اتحاد جماهیر شوروی و کشورهای بلوک شرق (تصویر ۳) نشان می‌دهد که در زمینه فعالیت‌های علمی، جمهوری‌های شوروی سابق نسبت به دولت‌های اقماری به زمان بیشتری برای بهبودی نیاز دارند. در واقع، در حالی که اتحاد جماهیر شوروی گذشته پس از سال ۱۹۹۱ نسبت به قبل از فروپاشی خود به مراتب مقالات کمتری تولید کرده است، سایر اعضای عضو پیمان ورشو تقریباً بلافاصله پس از فرو افتادن دیوار آهنین مشارکت خود را در علم جهانی افزایش دادند (با در نظر گرفتن تاخیر زمانی تقریباً دو ساله‌ای که میان تغییر در نظام علمی و تغییرات قابل اندازه‌گیری در برون‌داد علمی وجود دارد). افزایش مشارکت یوگسلاوی گذشته سرعت کمتری داشته است که ممکن است به خاطر کشمکش‌ها و تغییرات جغرافیای سیاسی که در دهه ۹۰ رخ داده است باشد. با این وجود، تمامی این کشورها شاهد افزایش مشارکت‌های علمی خود در سال ۲۰۰۶ بوده‌اند.

همانطور که تصویر ۴ نشان می‌دهد، الگوهای مشارکت اعضای پیمان ورشو در علم جهانی (به غیر از اتحاد جماهیر شوروی و جمهوری دمکراتیک آلمان) و یوگسلاوی گذشته، حکایت از آن دارد که قبل از پایان جنگ سرد فعالیت علمی این کشورها ثابت

از رشته‌های مرتبط با فناوری هسته‌ای مشاهده می‌شود، چندین برابر بیشتر از سطح جهانی بوده است. علاوه بر این، شاخص‌های تخصصی‌سازی در ایران در این رشته‌ها گواهی است بر این مدعا که ایران بخش بیشتری از تحقیقات خود را به بسیاری از رشته‌های علمی که برای توسعه فناوری‌های هسته‌ای مفید هستند، اختصاص داده است.

بررسی رشد پژوهش‌هایی که از ۱۹۹۰ در رشته‌های شیمی هسته‌ای و شیمی معدنی، فیزیک هسته‌ای و فیزیک ذرات و فناوری (مهندسی) هسته‌ای در ایران و سطح جهانی انجام شده است وضوح این تصویر را افزون می‌سازد. در حالی که بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ بروندهای علمی این رشته‌ها در سطح جهانی تنها ۳۴ درصد افزایش داشته است، برای ایران این رقم تا ۸۴ درصد رسیده است (تصویر ۷).

لازم به ذکر است که در حوزه پژوهش سلامت عموم نیز رشد قابل توجهی صورت گرفته است و طیفی از رشته‌ها مشتمل بر مامایی و بیماری‌های زنان، ایمونولوژی، روان‌شناسی، باروری، کتابداری و اطلاع‌رسانی، فیزیک نور، گاستروآنتریت (التهاب معده و روده)، چشم پزشکی، علم جانوری و لینی، زیست دریایی و هیدروبیولوژی و به طور کلی زیست‌شناسی، گوش و حلق و بینی و علوم محیطی نیز رشد داشته‌اند (داده‌ها نشان داده نشده است). زیررشته مطالعات علوم تنها حوزه‌ای است که رشد آن در ایران از سطح جهانی کمتر بوده است. بنابراین، اگر دانش تولید شده به روش‌های دقیق و سازنده تحت کنترل درآمد، کیفیت زندگی شهروندان ایرانی را ارتقا می‌بخشد.

تغییر جهت دوره‌ای فعالیت علمی از آمریکای شمالی به سمت کشورهای آسیایی

بر خلاف باور عموم مبنی بر اینکه شاهد تغییر جهت ساده‌ای از غرب به شرق هستیم، داده‌های مربوط به تولید علمی نشان می‌دهند که گرایش اروپاییان به سمت همکاری متمرثر بوده و قاره کهن موقعیت خود را حفظ کرده است؛ درحالی که کشورهای آمریکای شمالی در حال از دست دادن جایگاه مرکزی و استراتژیک خود در نظام علمی هستند.

استیلای آسیا بر چشم انداز علمی نه تنها با افزایش در شمار مقالات منتشر شده ثابت شده است، بلکه با جهش تماشایی در

چگونه بروندهای علمی آنها با وجود این درگیری‌ها قوام یافته‌اند. در سال ۱۹۸۰، حمله عراق به ایران آغاز یکی از خونین‌ترین جنگ‌های جهان بعد از جنگ جهانی دوم بوده است. اندک زمانی پس از پایان این جنگ، عراق تانک‌های خود را به سمت کویت نشانه گرفت. همان طور که در تصویر ۶ مشاهده می‌شود، این سه کشور مدل‌های واکنشی بسیار متفاوتی نسبت به این درگیری‌ها نشان داده‌اند. نظام عراق پس از آغاز جنگ دوم و قرار گرفتن درمقابل کویت و متفقین به رهبری اروپا، در مخمصه بدی قرار گرفت. قابل پیش‌بینی بود که تحریم‌های اقتصادی شدید و دولت دیکتاتوری منزوی شده، انتشارات علمی این کشور را در دهه نود بی‌اثر سازد. درست زمانی که این کشور اولین نشانه‌های بهبودی را نشان می‌داد، جنگ سوم در آن، نظیر دهه‌های دیگر، نظام علمی این کشور را به حالت شناور گذشته برگرداند. در حال حاضر، شاهد نشانه‌هایی از سرپا شدن نظام علمی عراق پس از رکود گذشته هستیم، اما برونداد علمی آن به اندازه‌ای که در دهه ۸۰ بود هنوز نرسیده است. کشور کویت گواه دیگری از تاثیر منفی جنگ بر تولیدات علمی است. تصویر ۶ نشان می‌دهد که در دهه ۸۰ کویت رشد نسبتاً ثابتی در برونداد علمی داشته است. با این وجود، این سطح از تولید علمی پس از جنگ عراق سقوط چشم‌گیری داشته است. کویت سرانجام به نرخ گذشته خود در تولیدات علمی بازگشت، اما نرخ رشد سابق خود را به دست نیاورده است. واکنش ایران تفاوت فاحشی داشته است. پس از جنگ ایران و عراق، جمهوری اسلامی رشد سریعی را در تولید علمی تجربه کرده است. در واقع ایران، سریع‌ترین میزان رشد را نسبت به کشورهای نظیر برزیل، روسیه، هند، و چین (کشورهای BRIC) نشان داده است. برای اینکه دریابیم چه چیزی باعث فعالیت مشتاقانه و زیاد ایران در تولید علم شده است باید نگاهی به گذشته و جنگ ایران با عراق داشته باشیم. در طول جنگ، عراق با استفاده گسترده از گازهای شیمیایی موفقیت‌های فناورانه عمده‌ای به دست آورد. نه تنها این جنگ هزینه‌ای معادل تقریباً یک میلیون تلفات جنگی (کشته یا زخمی) برای ایران در پی داشت، بیش از ده کشور از عراق حمایت کردند، اما تنها تنی چند حمایت خود را از ایران اعلام کردند.

بررسی تخصص‌های علمی که بیشترین رشد را داشته‌اند (جدول ۱) نشان می‌دهد که ایران محققان خود را به سمت توسعه فناوری‌های هسته‌ای بسیج کرده است. رشدی که در بسیاری

شد و حتی پس از سال ۲۰۰۰ با شدت بیشتری افزایش یافت و در سال ۲۰۰۹ برای اولین بار سهم مقالات آسیا از آمریکای شمالی بیشتر شد. اروپا و آمریکای شمالی از ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۴ رقابت تنگاتنگی با هم داشته‌اند، پس از آن اروپا شتاب بیشتری پیدا کرد، اما در مقابل، کشورهای آمریکای شمالی در سال ۱۹۹۶ از حرکت بازایستادند. علاوه بر آن، آمریکای لاتین و جزایر کارائیب، به ویژه از اوائل دهه ۹۰، به سرعت سهم خود را در شمار مقالات افزایش دادند و در سال ۲۰۰۲ از اقیانوسیه پیشی گرفتند. با این حال نظیر آفریقا و اقیانوسیه، این منطقه نیز در حد بازیگری در سطح متوسط در صحنه جهانی باقی مانده است.

جالب آن است که کشورهایایی که در حال جبران عقب ماندگی خود هستند، با خلاصه کردن پیشرفت‌های علمی، فکری و فناورانه‌ای که توسط کشورهای غربی در ۱۵۰ سال گذشته صورت گرفته است به این هدف دست می‌یابند. در جهانی که به سرعت به پیش می‌تازد، چنین رویکرد توسعه‌ای به معنای روی دست غربی‌ها بلند شدن نیست، بلکه بیشتر، گذشتن از مراحل پیشرفت با نهایت سرعت است. درحالی که توسعه ظرفیت‌های فولادسازی و کشتی‌سازی در غرب چندین دهه طول کشید، کشورهای آسیایی نظیر ژاپن، جمهوری کره و در حال حاضر چین، دانش و مهارت‌های مربوط به این حوزه‌ها را با سرعتی روزافزون به دست آورده‌اند. توسعه صنعت الکترونیک در ایالات متحده تقریباً هشت دهه به طول انجامید، اما در ژاپن شش دهه، در کره جنوبی چهار دهه و در چین در ظرف دو دهه این مهم روی داد. درحالی که کشورهای در حال صنعتی شدن در زمان کمتری به مرز فناوری می‌رسند، از آنها انتظار می‌رود تا با سرعت بیشتری نیروهای کاری علمی نخبه خود را بسازند.

به عنوان مثال، جمهوری کره را در نظر بگیرید. در ۱۹۶۰، کشوری بسیار ویران شده بود که برای رهایی از اقتصادی عقب مانده و مبتنی بر کشاورزی مبارزه می‌کرد؛ اما در حال حاضر این کشور بطور مسلم یکی از رهبران جهانی در تولید کالاهای الکترونیک و به ویژه تراشه‌های حافظه فشرده‌ای است که در رایانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کشور بزرگ صادرکننده که زمانی "کشور منزوی" نامیده می‌شد، نقش مهمی را در توسعه و ساخت حافظه‌های فلش غیر فرار ایفا می‌کند که در دوربین‌ها، موسیقی خوان‌های قابل حمل، صفحه‌های نیمه هادی (که در دهه‌های آتی جایگزین دیسک گردان‌های سخت رایانه‌های الکترومکانیکی

اختصاص دادن سهمی از مقالات جهانی برای خود به اثبات رسیده است. دو تصویری که در ادامه می‌آید نشان می‌دهد که مشارکت رو به رشد آسیا در علم جهان به ضرر کشورهای آمریکای شمالی بوده و سهم این کشورها از سال ۱۹۸۰ کاهش چشم‌گیری داشته است. در حقیقت، مشارکت آسیا در برون‌داد علمی جهان فراتر از مشارکت آمریکای شمالی در سال ۲۰۰۹ بوده است که تا حدی بواسطه کاهش مشخص مشارکت کشورهای آمریکای شمالی در علم جهانی از ۱۹۹۶ به این سو است.

برخلاف آن، مشارکت اروپا در این مدت رشد یکنواختی داشته است (البته با سرعتی کمتر از میانگین سرعت جهانی، که باعث شد بیشترین سهم را که بالغ بر یک سوم از کل برون‌دادهای علمی جهانی است برای خود حفظ کند. در ضمن، آمریکای لاتین و جزایر کارائیب سهم خود از برون‌داد علمی جهان را چندین برابر افزایش داده‌اند، گرچه این منطقه در مقیاس جهانی همچنان بازیگری نسبتاً کوچک باقی می‌ماند. مشارکت علمی آفریقا و اقیانوسیه نیز در سی سال گذشته نسبتاً ثابت و در حد متوسط باقی مانده است.

تصویر ۸، درصد (یا سهم) مشارکت شش منطقه جغرافیایی اصلی را از برون‌دادهای علمی جهان نشان می‌دهد. درحالی که آسیا در سال ۱۹۸۰ به زحمت یازده درصد از سهم برون‌داد علمی جهان را داشته است، اما در حال حاضر این مقدار به ۲۹ درصد رسیده است (این رقم یک درصد بیشتر از سهمی است که در حال حاضر آمریکای شمالی دارد). در واقع، درحالی که سهم آسیا در سی سال گذشته ۱۵۵ درصد رشد داشته، سهم آمریکای شمالی ۳۵ درصد رشد داشته است (از ۴۳ درصد در ۱۹۸۰ به ۲۸ درصد در ۲۰۰۹ رسیده است). در سایر مناطق، سهم آمریکای جنوبی و جزایر کارائیب در کل به میزان بسیار زیاد رشد کرده است (۲۴۰ درصد، از یک درصد به چهار درصد رسیده است)، درحالی که مشارکت اروپائیان نسبتاً ثابت مانده است (۴۱ درصد در سال ۱۹۸۰ در مقایسه با ۳۶ درصد در ۲۰۰۹). به طور مشابه، مشارکت‌های علمی آفریقا و اقیانوسیه در سی سال گذشته تغییر اندکی نشان داده است و به ترتیب از تقریباً یک درصد به سه درصد از برون‌داد علمی دنیا رسیده است.

تصویر ۹ داده‌های مشابه تصویر ۸ را نشان می‌دهد، با این تفاوت که به جای درصد مقالات از برون‌داد علمی جهان، شمار مقالات ارائه شده‌اند. جهش چشم‌گیر آسیا تقریباً از دهه ۹۰ میلادی آغاز

برسد (تصویر ۱۱). تلاقی سریع تولیدات این دو کشور مهم نشان می‌دهد که برونداد علمی چین پنج برابر سریع‌تر از بروندهای علمی ایالات متحده رشد داشته است.

تصویر ۱۲ نشان می‌دهد که تولیدات علمی چین، به ویژه در علوم طبیعی و مهندسی، رشد سریعی داشته است (۴/۴ برابر سریع‌تر از میزان رشد جهانی) و در سال ۲۰۱۰ در این حوزه از بروندهای علمی از ایالات متحده پیشی خواهد گرفت. با این وجود، پیشرفت چین در علوم حیاتی (شاخص ۳/۹۷) و در علوم اجتماعی و انسانی (شاخص ۴/۱۵) همچنان کمتر از سطح تولیدات ایالات متحده است. با این وجود، برونداد علمی ایالات متحده در این سه حوزه در سی سال اخیر نسبتاً متوسط بوده است و از آنجا که رشد علمی این کشور کمتر از میانگین جهانی بود، باید گفت که ایالات متحده موقعیت خود را از دست داده است. اگر روندهای کنونی در ایالات متحده و چین تداوم داشته باشد، چین در حدود سال ۲۰۲۷ در بروندهای علمی خود در زمینه علوم حیاتی و حدود سال ۲۰۳۲ در علوم اجتماعی و علوم انسانی از ایالات متحده پیشی خواهد گرفت. البته ممکن است اتفاقات زیادی برای هر دو طرف رخ دهد که بر الگوهای رشد آنها تاثیر گذارد.

چین در حال حاضر در رشته شیمی و رشته‌های تخصصی خاصی در مهندسی، فیزیک و ریاضیات مقالات بیشتری از ایالات متحده منتشر می‌کند و در اواسط دهه ۲۰۰۰ برونداد های این کشور در علم مواد، پژوهش‌های پلیمر، و پژوهش‌های فلزات و متالورژی از ایالات متحده پیشی گرفته است. این زیررشته‌ها حوزه‌هایی از علم و فناوری هستند که در آنها کشورهای در حال توسعه با الگوبرداری از تحولات علمی و صنعتی کشورهای غربی به روشی پرشتاب از کشورهای توسعه یافته جلو می‌زنند (تصویر ۱۳).

شناخت اصول سیاسی علم و سیاست علمی

تغییرات جغرافیای سیاسی غالباً با پایان جنگ‌های نظامی، یا در مورد جنگ سرد، با پایان یافتن رقابت‌های تسلیحاتی هم‌زمان می‌شود. این تغییرات چه تاثیری بر علم می‌گذارد؟ قابل دسترس بودن داده‌های بسیار دقیق و ارزشمند سی ساله، فرصت ارزشمندی برای مطالعه اثرات متقابل تغییرات جغرافیای سیاسی و فعالیت علمی فراهم می‌سازد. به عنوان مثال، انحلال اتحاد جماهیر شوروی سوسیالیستی در ۱۹۹۱ یکی از وقایع بسیار مهم تاریخی در دوره زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۹ بود و تاکنون مطالعات اندکی به

خواهند شد) استفاده می‌شوند. این فناوری‌ها به طور روزافزون بر مبنای تحقیق و توسعه (R&D) ساخته می‌شوند و اشتباه است که فکر کنیم پژوهش بنیادی و خلاقیت و نیز سایر کالاهای ساخت کره که از فناوری سطح بالایی برخوردارند، بخشی از برنامه‌های توسعه‌ای آنها نیست. علاوه بر این، همانطور که اقتصاد کشورهای نظیر جمهوری کره پیچیده‌تر می‌شود، نیروی کار با مهارت‌هایی از رشته‌های گوناگون، مشتمل بر مراقبت‌های بهداشتی، مدیریت، بازاریابی و امور مالی و سرمایه‌گذاری، ضرورت روزافزون می‌یابند. تصویر ۱۰ حضور برخی از مناطق فعال " (به رنگ قرمز و نارنجی) را نشان می‌دهد که در این مناطق، طبق سنجش رشد در وب علم، علم با سرعتی بیشتر از خط پایه رشد داشته است (۱۵ سال اخیر در مقابل ۱۵ سال پیشتر از آن). در سطح قاره‌ای، آمریکای لاتین و جزایر کارائیب (با شاخص رشد ۲/۱) و پس از آن آسیا با (۱/۷۵) بیشترین رشد را داشته‌اند. اقیانوسیه، اروپا، و آفریقا تغییر زیادی در هر دو جهت نداشتند (به ترتیب با شاخص‌های رشد ۱/۰۷، ۰/۹۵، و ۰/۹۳). تنها در آمریکای شمالی سرعت رشد (با شاخص ۰/۷۸) به طور قابل ملاحظه‌ای از سطح جهانی کمتر بوده است.

در سطح کشور، ایران بیشترین سرعت رشد (با شاخص ۱۴/۴) را تجربه کرده است و پس از آن جمهوری کره (۹/۸)، ترکیه (۷/۸)، قبرس (۵/۲)، چین (۵/۱) و عمان (۴/۸) بوده‌اند. در آمریکای لاتین بیشترین میزان رشد به ترتیب برای کلمبیا و برزیل (۲/۹) و اروگوئه، مکزیک و اکوادور (۲/۴) بوده است. پرتغال (۳/۹)، استونی (۳/۴)، لوکزامبورگ (۲/۳)، یونان (۲/۱)، اسپانیا (۱/۹) و ایسلند (۱/۸) به ترتیب بیشترین میزان رشد را در اروپا داشته‌اند. در آفریقا بیشترین رشد مربوط به کشورهای مغرب یعنی تونس (۳/۲)، مراکش (۲/۸) و الجزایر (۲/۷) است، اگرچه برونداد علمی لیبی کاهش داشته (۰/۵) و برونداد علمی موریتانی همچنان کمتر از آن حدی است که بتوان میزان رشد آن را محاسبه کرد. باتسوانا یکی از کشور آفریقایی تابع صحرای آفریقا است که محسوس‌ترین میزان رشد را داشته است (با شاخص ۲/۶). در مقابل، هر سه کشور بریتانیا (۰/۸۶)، کانادا (۰/۸۲)، و ایالات متحده (۰/۷۷) با سرعتی کمتر از سرعت رشد جهانی رشد داشته‌اند.

اگرچه رشد بروندهای علمی در جمهوری کره نسبتاً چشم‌گیر بوده است، اما قطع مسلم ابرقدرت آتی آسیا، چین خواهد بود. چین در صدد است که در سال ۲۰۱۵ از نظر بروندهای علمی (در مقالاتی که داور علمی می‌شوند) به سطح ایالات متحده

اصول سیاسی علم و سیاست علمی را بازشناخت. خاورمیانه و آسیا دو مورد بسیار مهم برای مطالعه در این رابطه هستند. در خاور میانه، توسعه نظام‌های ملی علمی ظاهراً در وهله اول بر اساس اصول سیاسی شکل می‌گیرند. به عنوان مثال، فراز و نشیب نظام عراق تحت تاثیر سیاست بوده است. رشد نجومی نظام ایران ممکن است نتیجه واکنش به انزوایی باشد که این کشور طی جنگ ایران و عراق تجربه کرده است. در واقع اینکه بسیاری از کشورها در آن زمان در کنار عراق قرار گرفتند، ممکن است جمهوری اسلامی را به بسیج کردن محققان و دانشمندان خود جهت توسعه دادن ظرفیت‌های هسته‌ای این کشور برانگیخته باشد. برخلاف خاور میانه، که ظاهراً علم نوعی ابزار سیاسی است، آسیا علم را بواسطه اشتیاق به توسعه بیشتر پذیرفته است. در این منطقه، مسلماً علم، بواسطه قابلیت‌های ابرازی و سودمندی آن برای پیش بردن رشد اقتصادی و فناوری، ارج نهاده می‌شود. با این وجود، حتی اگر کاربرد مدل خطی که چندان جدی گرفته نمی‌شود، به تبدیل کردن ژاپن، چین و بره‌های آسیایی به پیشرفته‌ترین کشورهای دارای فناوری سطح بالا در جهان کمک کرده است. شکی نیست که علم می‌تواند به روش‌هایی این کشورها را شکل دهد، به نحوی که مدنظر برخی از این کشورهاست، که کنترل شده نباشد. علوم اجتماعی که عموزاده‌های فقیر علوم کاربردی‌تر هستند و ظاهراً سودمندی کمتری دارند نیز موجب پیشرفت و شکل‌گیری ساختارهای آموزشی، دولتی و اجتماعی این کشورها می‌شوند. در این زمینه، لازم است تا مجدداً سیاست علم مورد مطالعه قرار گیرد، تا نه تنها دریابیم که چگونه علوم، مشتمل بر علوم زندگی، علوم اجتماعی و انسانی، بواسطه تغییرات دوره‌ای و متناوب ژئوپلیتیکی شکل می‌گیرند، بلکه چگونه آنها به نوبه خود استخوان‌بندی همین جوامع مدرن و در حال مدرن شدن را شکل می‌دهند.

نویسنده: دکتر اریک آرکمبالت

رئیس و مدیر عامل مؤسسه ساینس متریکس. آدرس الکترونیک: 30years@science-metrix.com
اریک آرکمبالت رئیس و مدیر عامل مؤسسه ساینس متریکس است. طی بیست سال گذشته، او صدها مطالعه کتابشناختی و ارزشیابی علم و فناوری را برای سازمان‌های دولتی و غیردولتی، مراجعه‌کنندگان دانشگاهی و بخش‌های غیرانتفاعی و خصوصی انجام داده است. دکتر آرکمبالت بالغ بر پانزده مقاله را در مجلات

بررسی تاثیر این واقعه و عواقب آن بر فعالیت علمی روسیه و جمهوری‌های شوروی سابق یا در واقع سایر اعضای پیمان ورشو پرداخته‌اند. در این مقاله، اثر متقابل جنگ و علم در سه کشوری که در سی سال گذشته درگیر جنگ‌های نظامی بوده‌اند، یعنی عراق، ایران و کویت، نیز بررسی شده و تاثیر جنگ نظامی بر یوگسلاوی سابق نیز مورد مطالعه قرار گرفته است.

در تمامی این مناطق، نظام علمی به روش‌های بسیار گوناگونی شکل گرفته است. در اتحاد جماهیر شوروی سوسیالیستی پیشین و عراق، فروپاشی نظام اقتصادی باعث فروپاشی نظام علمی شد. با این وجود، اگر اتحاد جماهیر شوروی را مستثنی در نظر بگیریم، نظام علمی در اکثر کشورهای خارج از پیمان ورشو تنها سال‌های اندکی پس از فروپاشی دیوار برلین شروع به رشد کرد. این مورد برای جمهوری‌های لیتوانی و استونی که از اتحاد جماهیر شوروی خارج شده‌اند نیز صدق می‌کند. مطمئناً ورود این کشورها به اتحادیه اروپا یا فرایند الحاق شدن به اروپا نقش مهمی در توسعه قابلیت‌های علمی این کشورها ایفا کرده است.

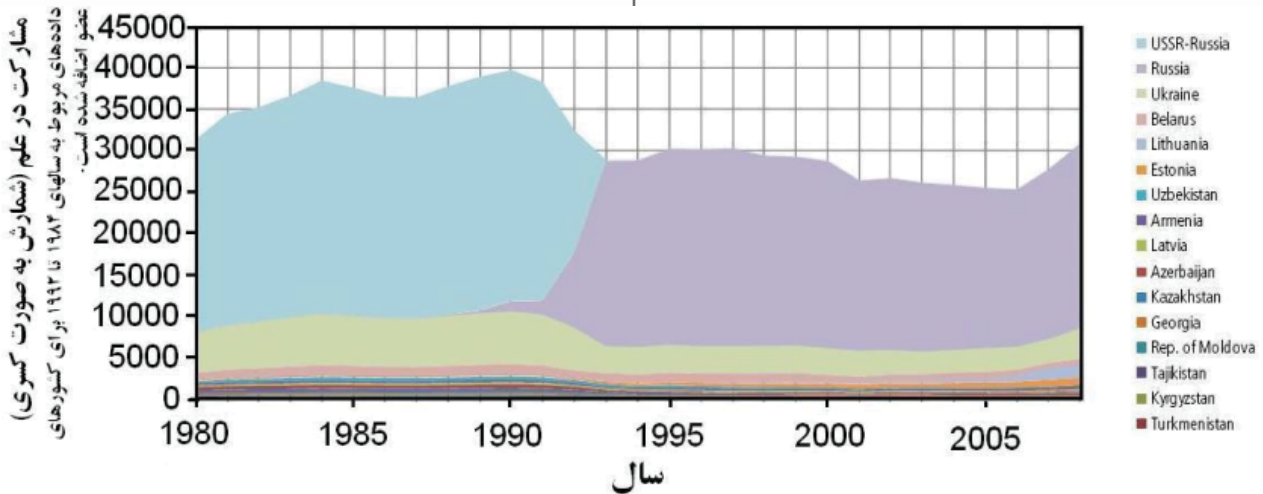
عوامل فرهنگی، قومی - زبانی، جغرافیایی و تاریخی نیز نقش مهمی در توسعه نظام‌های علمی ایفا می‌کنند. قطعاً این عوامل بر کیفیت چگونگی ادغام یک کشور در جامعه جهانی علم تاثیر گذارند. دسترسی داشتن به گروه بزرگی از همکاران نظیر اتحادیه اروپا، نه تنها به تقویت عملکردهای اقتصادی کمک می‌کند، بلکه تاثیر علمی و سرعت اشاعه دانش در یک کشور را افزایش می‌دهد. این مورد نقش مهمی را در توسعه و پیشرفت نظام‌های علمی دو کشور لیتوانی و استونی ایفا کرده است و همچنین هم‌اکنون که لیتوانی عضو اتحادیه اروپا شده است، فرصت منحصربفردی برای مدرنیزه کردن نظام علمی خود به دست آورده است. در حال حاضر، برون‌داد علمی این کشور در حد شوروی سابق است. با این حال، نباید تاثیرات بالقوه کشوری که از نظر علمی پیشرفته است را نادیده گرفت. به عنوان مثال، ترکیه که علاقه وافری به پیوستن به اتحادیه اروپا دارد، سرعت رشد برون‌دهای علمی خود را تقریباً هشت برابر بیشتر از میانگین سرعت جهانی افزایش داده است که از نظر سرعت رشد در بین کشورهای بزرگ در سی سال گذشته مقام سوم را داراست. علی‌رغم این توسعه مهم، سایر کشورهای اروپایی هنوز نسبت به پذیرفتن ترکیه در آغوش اروپا نسبتاً بی‌میل هستند.

لازم است چگونگی شکل‌گیری نظام‌های ملی علمی، بواسطه

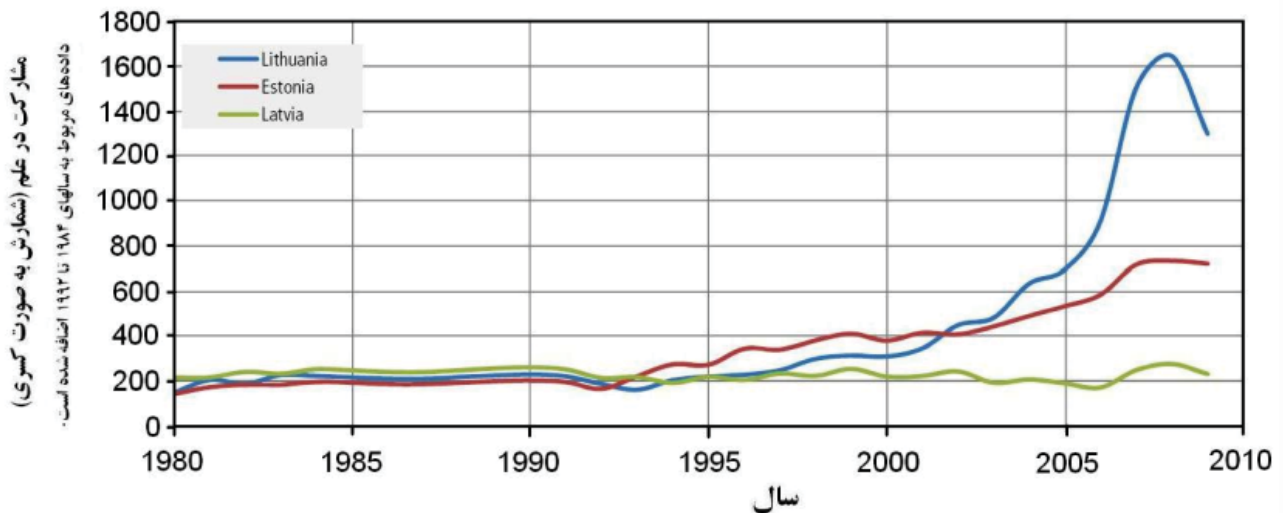
سی سال در علم؛ نهضت‌های دوره‌ای در تولید دانش

و فناوری و کارشناسی ارشد در علم، فناوری و صنعتی سازی است که هر دوی این مدارج را در دانشگاه ساسکس بریتانیا (SPRU) طی کرده است و نیز مدرک علم و فناوری اجتماعی را از دانشگاه کبک مونترال دریافت کرده است.

داوری شده منتشر کرده و تحقیق خود را در بسیاری از سمینارهای ارزشیابی علم و فناوری در سطح ملی و بین‌المللی ارائه کرده است. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه او عبارتند از: سیاست علم و فناوری اجتماعی، سنجش کارایی پژوهش و توسعه شاخص‌های مستقل از مقیاس. او دارای درجه دکتری در مطالعات سیاست علم

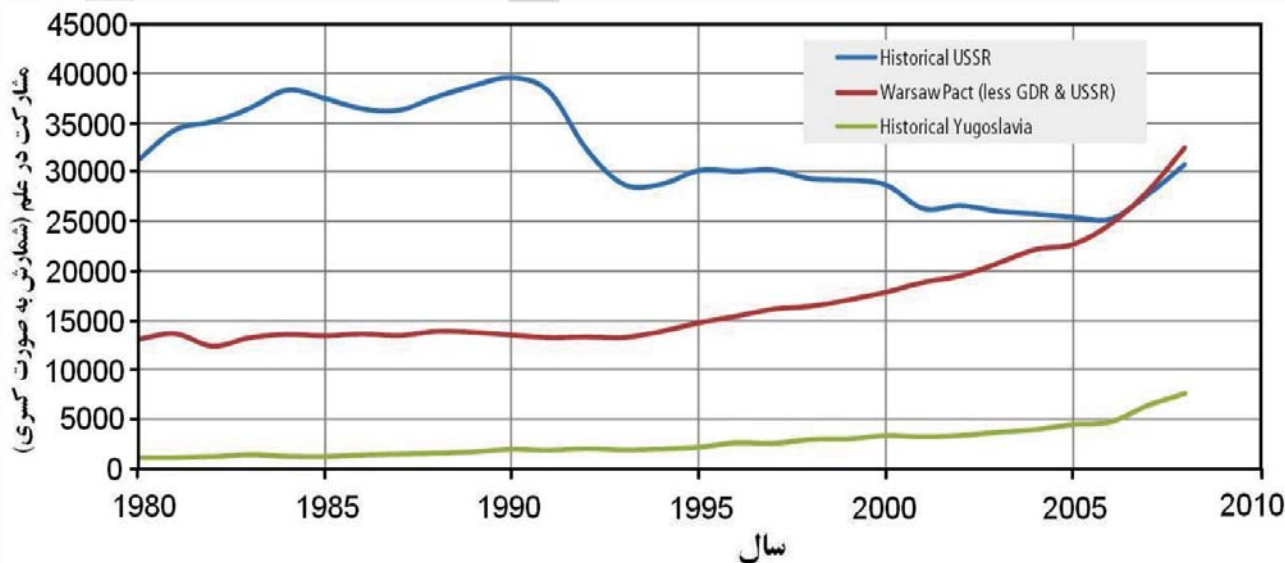


تصویر ۱. مشارکت علمی اتحاد جماهیر شوروی سابق، ۱۹۸۰ - ۲۰۰۸
منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون روتیز)

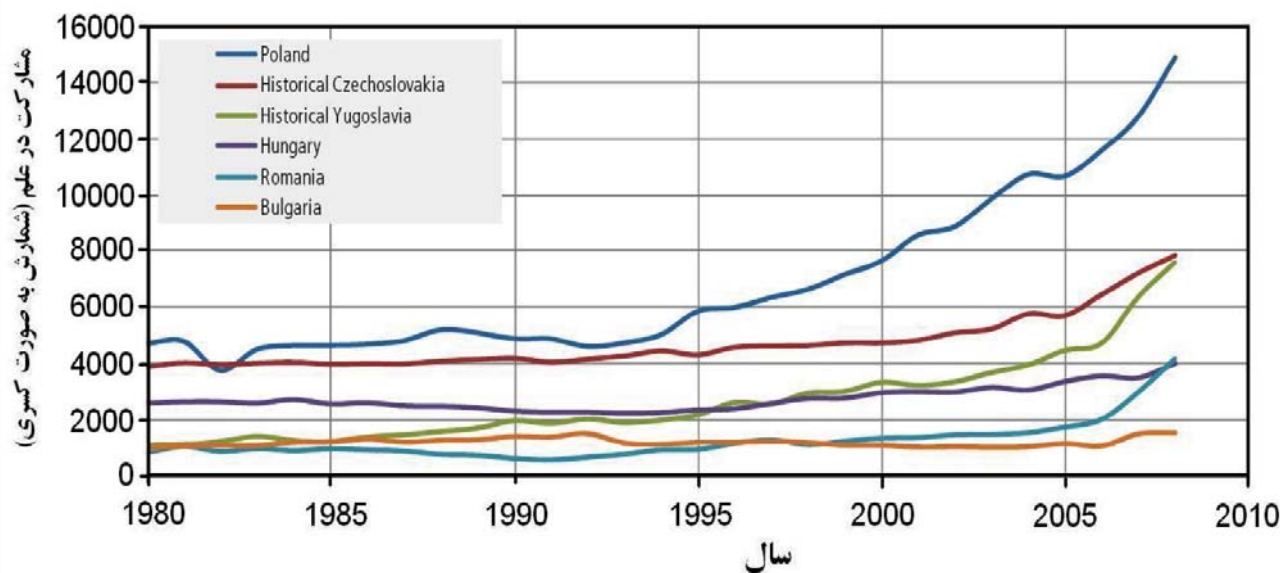


تصویر ۲. مشارکت بیرهای بالتیک در علم جهانی، ۱۹۸۰ - ۲۰۰۹
منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون روتیز)

سی سال در علم: نهضت‌های دوره‌ای در تولید دانش

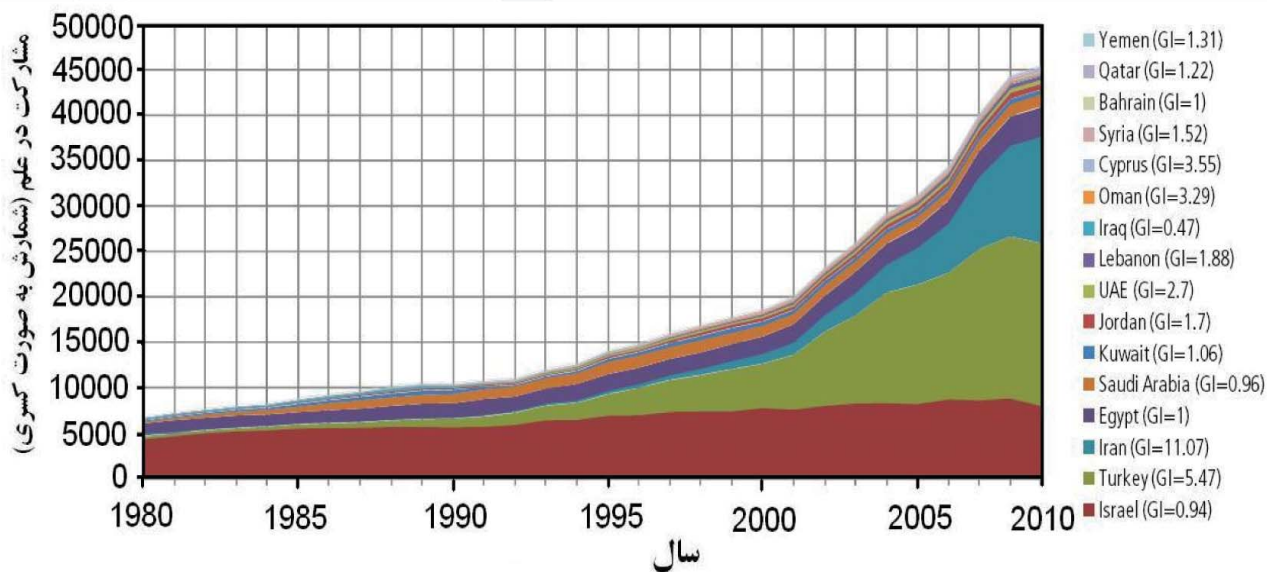


تصویر ۳. مشارکت بلوک شرقی سابق (به استثنای جمهوری دموکراتیک آلمان) در علم جهانی، ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۸
منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون رویترز)

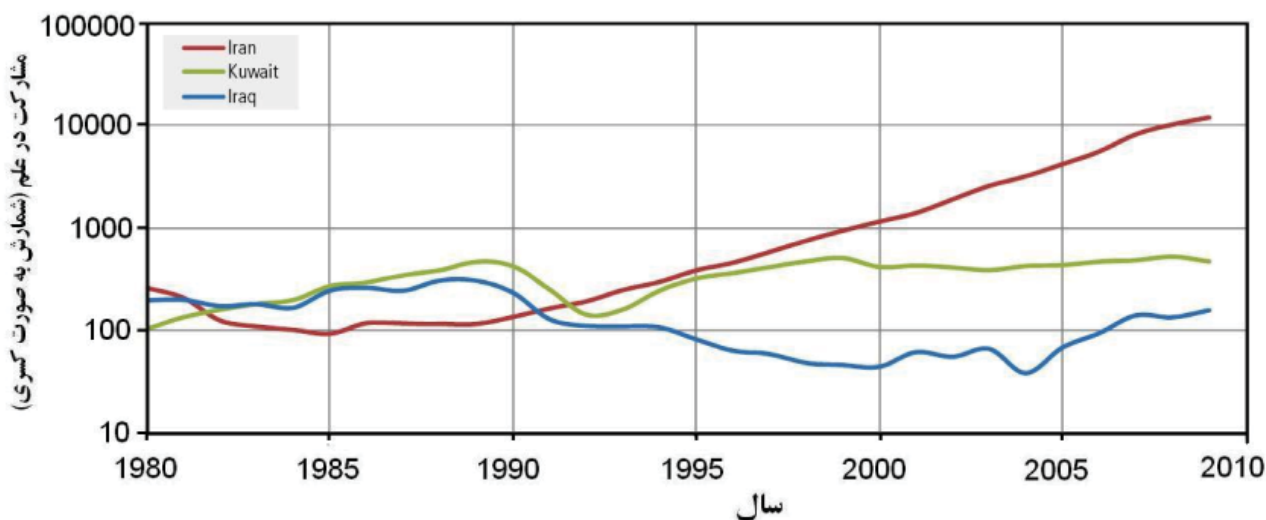


تصویر ۴. مشارکت اعضای خارج از پیمان ورشو (به استثنای جمهوری دموکراتیک آلمان و اتحاد جماهیر شوروی سابق) و یوگسلاوی گذشته در علم جهانی، ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۸
منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون رویترز)

سی سال در علم؛ نهضت‌های دوره‌ای در تولید دانش

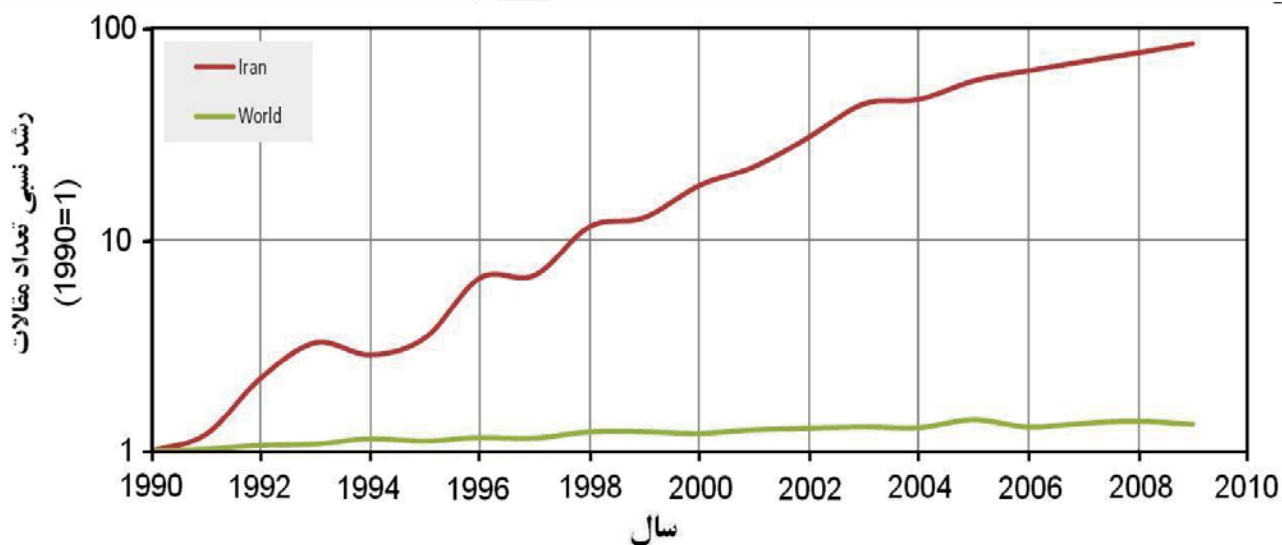


تصویر ۵. مشارکت کشورهای خاورمیانه در علم جهانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۹
منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون رویترز)

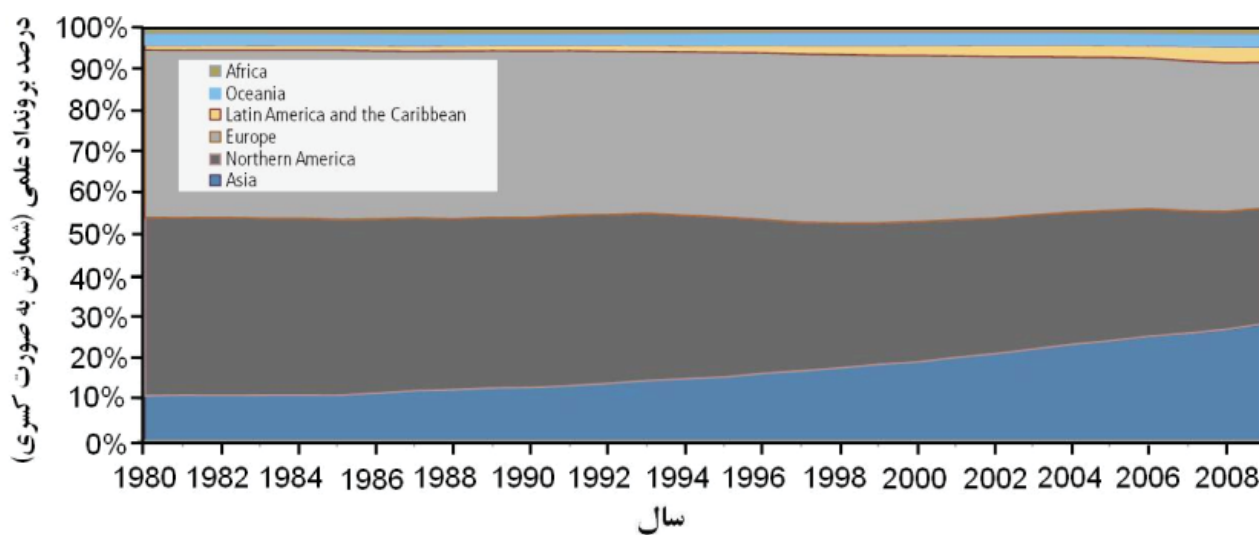


تصویر ۶. مشارکت ایران، کویت و عراق در علم جهانی، ۱۹۸۰ - ۲۰۰۹
منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون رویترز)

سی سال در علم: نهضت‌های دوره‌ای در تولید دانش

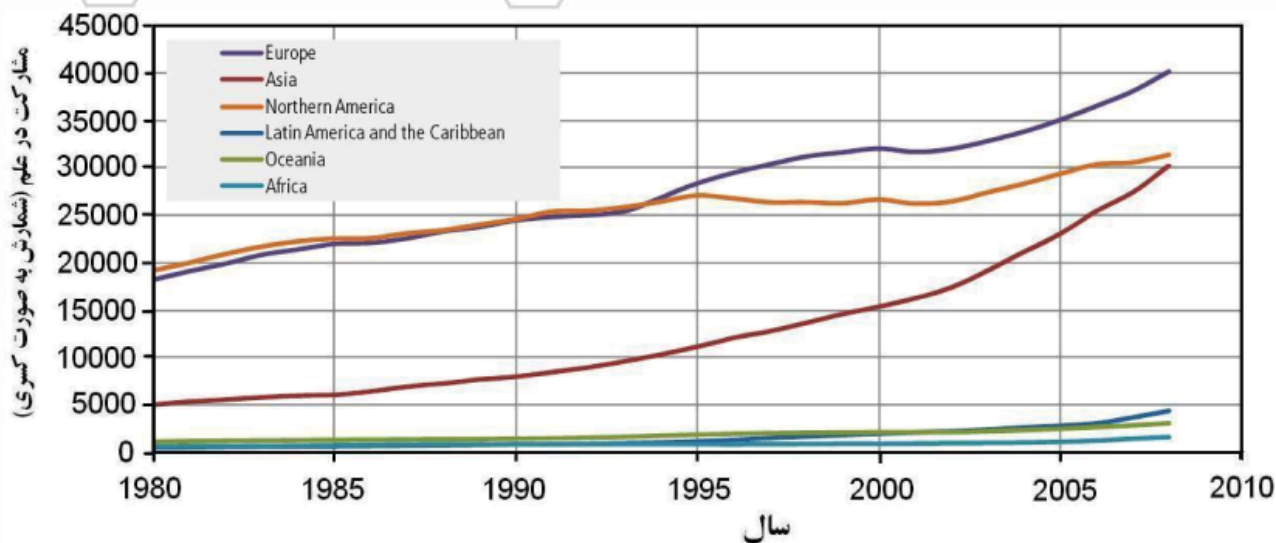


تصویر ۷. رشد مقالات تولید شده مربوط به علم و فناوری هسته‌ای در ایران و جهان (۱=۱۹۹۰)، ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹. منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون رويترز)

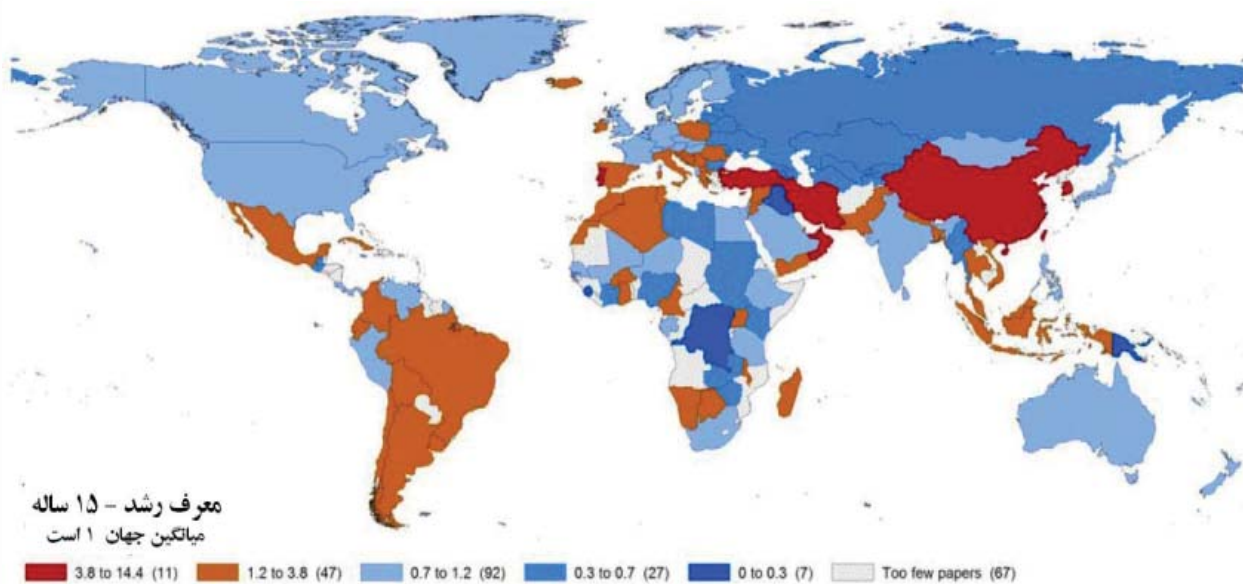


تصویر ۸. درصد مشارکت در علم جهانی بر اساس منطقه، ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۹. یادداشت: مناطق جغرافیایی اصلی بر اساس تعریف ایالات متحده مشخص شده است. لازم به ذکر است که آمریکای شمالی متشکل از کشورهای برمودا، کانادا، گرین لند، سن پیر میکلن و ایالات متحده می‌باشد. منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون رويترز)

سی سال در علم؛ نهضت‌های دوره‌ای در تولید دانش

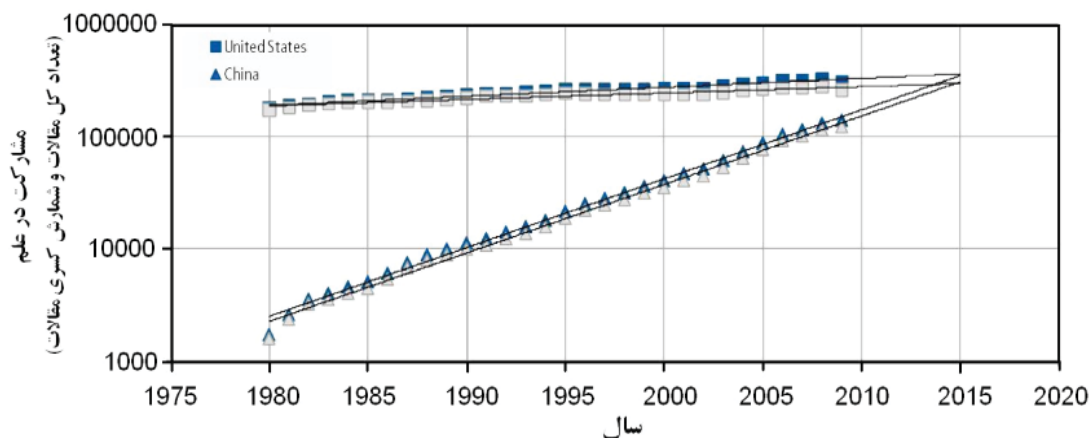


تصویر ۹. مشارکت در علم جهانی بر اساس تعداد مقالات هر منطقه، ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۸. منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون رویترز)

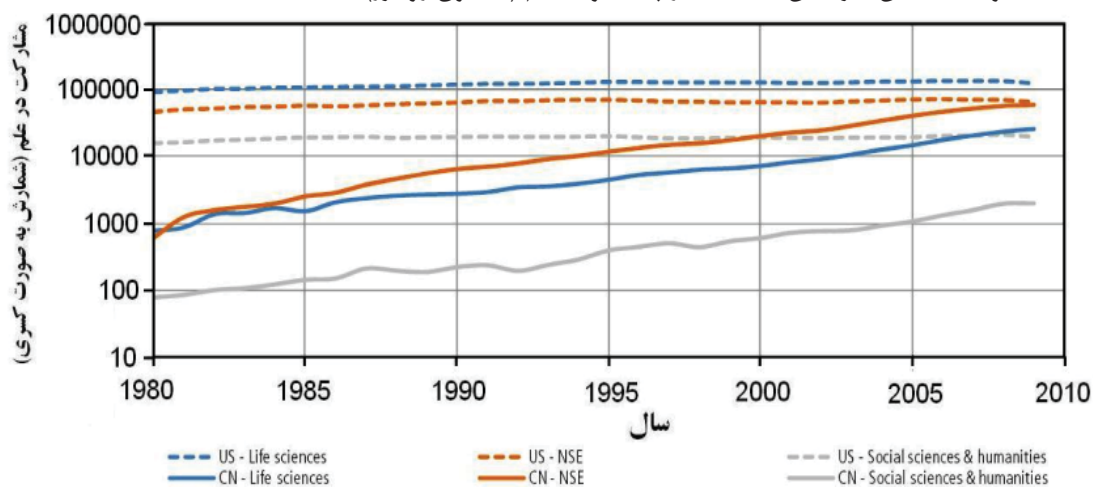


تصویر ۱۰. نقشه رشد علمی در سطح کشورها، ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹ در مقابل ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۴. منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون رویترز)

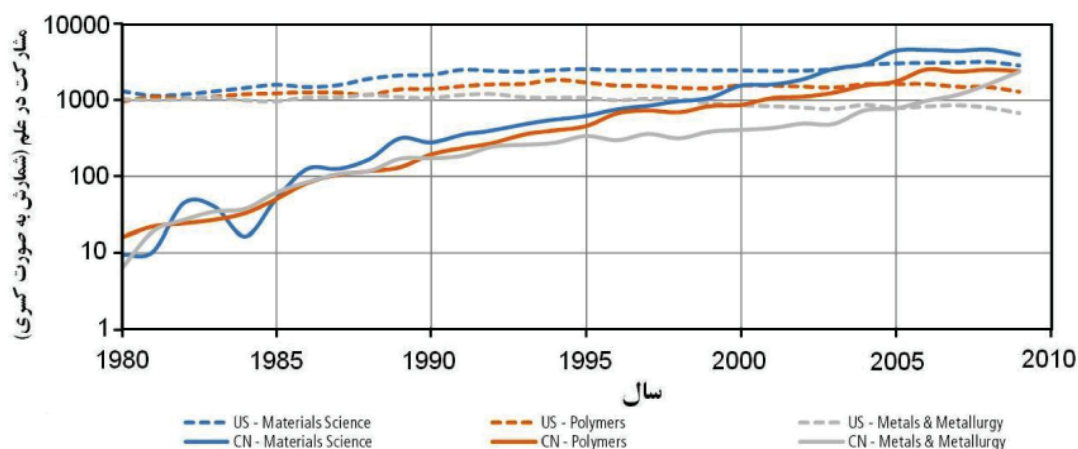
سی سال در علم: نهضت‌های دوره‌ای در تولید دانش



تصویر ۱۱. مقالات دو کشور چین و ایالات متحده، شمارش کلی و کسری، ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۹. منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون رویترز)



تصویر ۱۲. حضور چین و ایالات متحده در علوم حیات، علوم طبیعی و مهندسی و علوم اجتماعی و انسانی، ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۹. منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون رویترز)



تصویر ۱۳. حضور چین و ایالات متحده در علم مواد، پلیمر، و مواد و متالورژی، ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۹. منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون رویترز)

سی سال در علم؛ نهضت‌های دوره‌ای در تولید دانش

جدول ۱. رشته‌های تخصصی که بیشترین میزان رشد را در ایران داشته‌اند، ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ در مقابل ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۹

شاخص رشد*	شاخص تخصصی	مقالات		رشته تخصصی	رشته
		۱۹۹۰-۲۰۰۹	۱۹۸۰-۱۹۸۹		
۲۲/۵	۲/۸۷	۱۸۰۵	۳۰	شیمی تجزیه	شیمی
۱۳/۲	۱/۷۱	۲۰۸	۷	شیمی کاربردی	شیمی
۲۶/۴	۱/۷۶	۲۰۱۶	۳۶	شیمی عمومی	شیمی
۱۹/۴	۳/۰۱	۱۲۴۸	۲۴	شیمی معدنی و هسته‌ای	شیمی
۲۵/۱	۱/۳۷	۲۱۷۳	۲۵	شیمی فیزیک	شیمی
۲۱/۲	۱/۸۸	۱۰۵۳	۱۵	شیمی پلیمر	شیمی
۱۸/۳	۱/۹۳	۱۰۳۲۶	۲۰۰		کل شیمی
۲۸/۸	۱/۸۷	۷۰۵	۸	مهندسی شیمی	مهندسی و صنعت
۱۳/۰	۱/۳۷	۱۲۳۶	۱۶	علم مواد	مهندسی و صنعت
۱۲/۵	۱/۸۰	۷۱۷	۱۹	مهندسی مکانیک	مهندسی و صنعت
۲۶/۴	۱/۵۳	۶۱۱	۱۰	فلزات و فلزگری	مهندسی و صنعت
۳۶/۵	۱/۹۷	۳۴۱	۲	سلامت عمومی	مطالعات سلامتی
۱۴/۱	۲/۹۹	۹۵۳	۱۴	ریاضیات کاربردی	ریاضیات
۳۵/۹	۱/۰۵	۵۹۵	۶	فیزیک شیمی	فیزیک
۹۵/۸	۱/۱۷	۱۸۸	۱	سیالات و پلاسما	فیزیک
۳۷/۱	۱/۰۴	۱۹۰۳	۱۶	فیزیک عمومی	فیزیک
۲۵/۶	۱/۳۲	۸۴۵	۱۰	فیزیک ذرات و هسته‌ای	فیزیک
۱۲/۹		۵۳۸۱۷	۱۳۴۶		کل

* شاخص رشد از تقسیم مقالات مربوط به هر رشته تخصصی در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ بر مقالات منتشر شده طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۹ در ایران و تقسیم این نسبت بر کسر مشابه آن در سطح جهانی به دست آمده است.

منبع: محاسبه شده توسط ساینس متریکس با استفاده از پایگاه وب علم (تامسون روتیز). ساینس متریکس بزرگترین مؤسسه تجاری مستقل دنیاست که به تحلیل کتابشناختی و ارزشیابی علم و فناوری می‌پردازد. تخصص این مؤسسه سنجش و ارزشیابی سازمان‌های علم و فناوری و نظام‌های حامی تحقیق و توسعه است. تمامی گزارش‌ها توسط گروهی از متخصصان خبره تهیه می‌شود و مبتنی بر داده‌های جهانی موجود در پایگاه‌های اسکوپوس، وب علم و کواستل است.