

خط فقر در علم، کجا و چگونه؟

صادق صالح زاد*

مهدی بیات

چکیده:

در این نوشته تلاش شده است تا رابطه‌هایی برای مقایسه "توان یا بضاعت" و "عملکرد یا سرانه" کشورهای و علوم مختلف در تولید علم معرفی گردند. به همین منظور فاکتورهایی چون، S_{II} ، S_I ، X_1 ، X ، Y_1 ، و تعریف و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهند که از ژانویه ۱۹۹۷ تا اکتبر ۲۰۰۷، سهم کشور اول جهان از تولید علم ۲۷ درصد، مجموع سهم پنج کشور اول جهان ۵۳ درصد، مجموع سهم ده کشور اول جهان ۷۰ درصد، مجموع سهم بیست کشور اول جهان ۸۶ درصد و مجموع سهم سی کشور اول جهان ۹۲ درصد می‌باشد. بنابراین واضح است که اختلاف طبقاتی عظیمی در جهان علم وجود داشته و علم هم‌اکنون پول عمدتاً در انحصار تعداد کمی از کشورهای جهان قرار دارد. از طرف دیگر بررسی‌ها نشان می‌دهد که برخی کشورهای کوچک نسبت به جمعیت خود در نقشه تولید علم دنیا سهم بزرگی به خود اختصاص می‌دهند. می‌توان فرض نمود آن دسته از کشورهایی که نمی‌توانند به نسبت جمعیت خود تولیدات علمی داشته باشند در زیر یک خط فقر علمی قرار دارند.

واژگان کلیدی: تولید علم، تعداد مقالات مجلات استنادی بین‌المللی،

جمعیت، توان علمی، سرانه علمی، خط فقر علمی

مقدمه

امروزه سیاست‌گذاری علم و فن به سبب سیاست‌های حکومت‌های مختلف پیشرفته و در حال توسعه وارد شده است. کشورها سعی می‌کنند که با افزایش سهم خود در نقشه تولید علم، فن و ثروت دنیا نقش خود را در مناسبات سیاسی و اقتصادی دنیا افزایش دهند. مسلماً تا هنگامی که شناختی درست از وضعیت تولید علم در یک کشور و جایگاه آن در دنیا وجود نداشته باشد برنامه ریزی و سیاست‌گذاری صحیح نیز انجام نخواهد شد. علاوه بر این در کشور ایران طی چند سال گذشته توجه زیادی جهت بررسی عملکرد و موفقیت کشورهای مختلف، دانشگاه‌ها و ۲۲ شاخه مختلف علوم (تعیین شده توسط موسسات معتبر بین‌المللی) در زمینه تولید علم شده است [۱-۱۱]. وضعیت پژوهش علمی ایران در

مقایسه با سایر کشورهای اسلامی نیز اخیراً بررسی شده است [۱۲-۱۳]. در اغلب این بررسی‌ها تعداد مقالات بین‌المللی استنادی، ضریب تاثیر (IF) یا تعداد ارجاعات آنها به عنوان معیارهای اصلی برای علم سنجی در نظر گرفته شده است. نتایج نشان داده است که ایران در طی چند سال اخیر رشد نسبتاً خوبی در تولید علم داشته تا جاییکه در برخی از شاخه‌های علوم تعداد مقاله‌های بین‌المللی استنادی به چندین برابر رسیده است [۱۴]. در همین رابطه مقایسه‌هایی نیز بین شاخه‌های مختلف علوم در تولید علم انجام شده و عملکرد برخی در مقابل برخی دیگر نقد گردیده است. عدم تجزیه و تحلیل صحیح آمار و ارقام داده شده می‌تواند منجر به شناختی ناصحیح از عملکرد ایران و شاخه‌های مختلف علوم گردد. بطور مثال گاهی تعداد مقالات منتشر شده شاخه‌های مختلف علوم بدون در نظر گرفتن تعداد مقالات همان شاخه‌ها در جهان مقایسه شده‌اند. مسلماً وقتی در جهان تعداد مقالات یک شاخه از علم بیش از یک شاخه دیگر است نباید در ایران عکس آن را انتظار داشته باشیم. بنابراین نمی‌توان صرفاً با توجه به تعداد مقالات منتشر شده ادعا شود که عملکرد یک رشته در ایران بهتر از دیگر رشته‌ها می‌باشد. مسلماً تولید علم صرفاً به منزله تولید مقاله آنهم در (مجلات استنادی بین‌المللی) نیست. به عبارت دیگر نشر هر مقاله چاپ شده در مجلات استنادی بین‌المللی (از هر نوع، در هر مجله و با هر موضوعی) تولید علم محسوب نمی‌شود! اما این موضوع به راستی انکار ناپذیر است که کشورهای موفق در تولید علم در واقع همان کشورهای پیشرفته‌ای هستند که بیش از دیگران مقاله در مجلات معتبر بین‌المللی منتشر می‌کنند. بنابراین اگرچه برخی از مقالات منتشر شده مصداق تولید علم نیستند اما بررسی عملکرد کشورها در تولید علم با توجه به کل مقالات مجلات استنادی بین‌المللی آنها به هیچ وجه نادرست نبوده و یکی از روش‌های منطقی ممکن می‌باشد. از سوی دیگر در ادامه مشاهده خواهد

* دانشیار دانشگاه بوعلی سینا همدان، دانشکده شیمی، همدان، ایران، تلفن: ۰۸۱۱-۸۲۸۲۸۰ دورنگار: ۰۸۱۱-۸۲۵۷۴۰۷ پست الکترونیکی: Saleh@basu.ac.ir

است [۱۷]. جای تاسف و در عین حال تعجب است که حدود ۲۷٪ کل مقالات بین المللی استنادی منتشر شده جهان (و به عبارتی تولید علم جهان) متعلق به کشوری است که جمعیت آن کمتر از ۰.۵٪ جهان می باشد! همچنین جای شگفتی و تعجب است که کشور آسیایی سنگاپور با چنین جمعیت اندکی تا این اندازه تولید علم داشته است! همچنین در حالیکه از هر جمعیت صد هزار نفری دنیا تنها ۶۷ نفر سنگاپوری می باشند از هر صد هزار مقاله بین المللی چاپ شده، ۴۱۵ مورد متعلق به آنها است. از طرف دیگر در حالیکه از هر صد هزار نفر جمعیت دنیا ۲۴۰۱ نفر پاکستانی می باشند از هر صد هزار مقاله چاپ شده در دنیا تنها ۸۱ مورد به آنها مربوط بوده است. مطلب اخیر به وضوح نشان می دهد که اگر بخواهیم به روشی صحیح و عادلانه عملکرد یا سرانه کشورها، و نه سهم آنها، در تولید علم را مقایسه کنیم باید جمعیت کشورها مد نظر قرار گیرد. یقیناً منطقی است بپذیریم که اگر سهم دو کشور در تولید علم برابر بود کشوری که سرانه بهتری داشته رتبه بهتری داشته باشد. به همین علت تصور می شود که رابطه ۲ برای محاسبه و مقایسه سرانه یا عملکرد کشورهای مختلف در تولید علم مناسب تر باشد. در این رابطه درصد جمعیت هر کشور (P) نیز در نظر گرفته شده است.

$$S_x = \frac{\text{تعداد کل مقالات دنیا در طی همان زمان} \times 100}{\text{تعداد کل مقالات دنیا در طی همان زمان} \times \text{درصد جمعیت آن کشور}}$$

$$S_x = \frac{\text{درصد تعداد کل مقالات یک کشور}}{\text{درصد جمعیت آن کشور}}$$

(۲)

داده های بدست آمده از رابطه ۲ علاوه بر جدول ۱ در جدول ۲ نیز آورده شده اند. در جدول ۱ کشورها براساس X و در جدول ۲ براساس S_x مرتب شده اند. براساس داده های جدول ۲ سوئیس در رتبه اول و آمریکا در رتبه پانزدهم جهان جای دارد. توجه کنید که مقدار S_x سوئیس نشان می دهد که سهم این کشور از تولید علم بیش از دوازده برابر سهم این کشور از جمعیت مردم جهان است (یعنی X دوازده برابر P است). فراموش نکنیم که هر مقاله نتیجه یک تحقیق بوده و هر تحقیق حداقل نیاز به محقق و ابزار یا امکاناتی مرتبط با آن تحقیق دارد.

شد که که برخی از کشورهای موفق در عرصه اقتصادی و صنعتی نسبت به جمعیت خود موفق به تولید علم نگردیده اند. باید توجه نمود که تولید علم و تولید فناوری ضمن ارتباطی که با یکدیگر دارند دو مقوله متفاوت می باشند [۱۵]. در این نوشته تنها به بررسی توان و عملکرد کشورها و شاخه های مختلف علوم در تولید علم، آنهم به شکل مقاله چاپ شده در مجلات استنادی بین المللی، پرداخته شده است. خط فقر فنی و راهکارهای مناسب برای تولید فن، فناوری و ثروت از علم و دانش در نوشته ای دیگر بررسی خواهد شد.

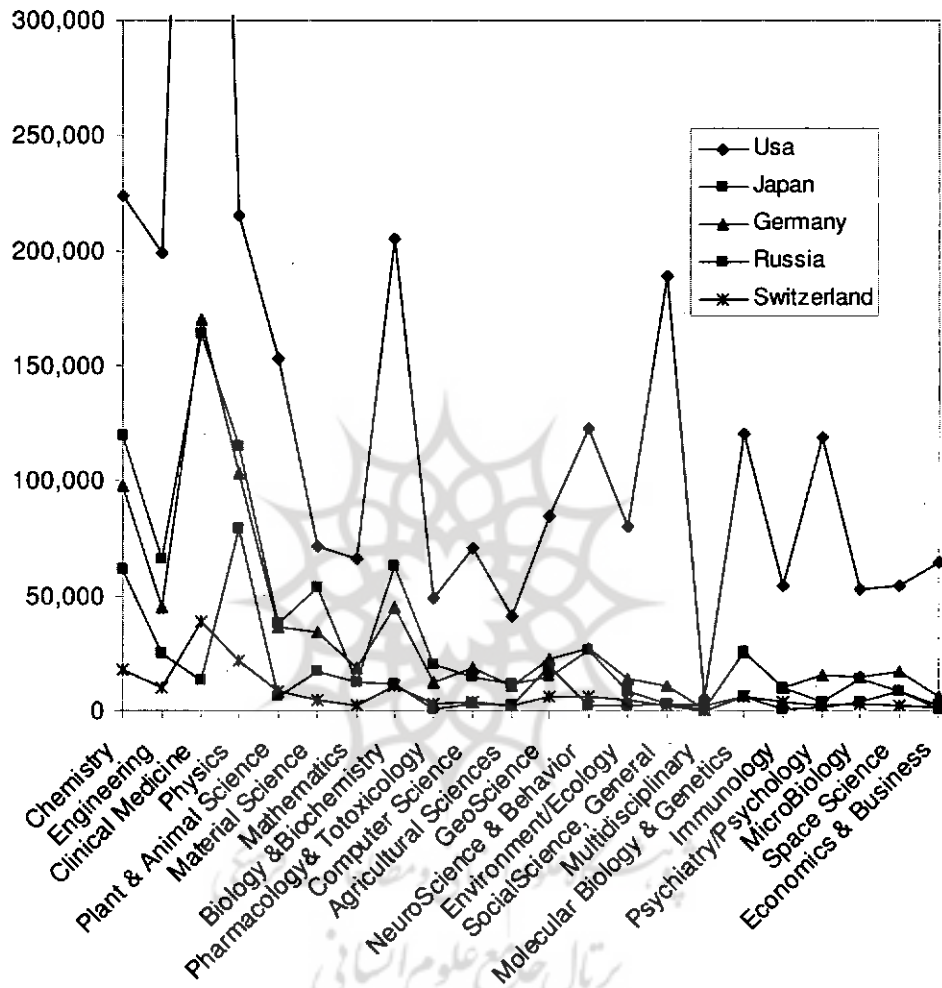
تولید علم در کشورهای مختلف

کلیه داده های فاکتور X یا در واقع درصد تعداد کل مقالات بین المللی استنادی مربوط به ۱۰۴ کشور دنیا از تعداد کل مقالات منتشر شده در دنیا از ۱ ژانویه ۱۹۹۷ تا ۳۱ اکتبر ۲۰۰۷ [۱۶] در جدول ۱ ارائه داده شده است. این داده ها از رابطه ۱ بدست آمده اند.

$$X = \frac{\text{تعداد کل مقالات یک کشور در سال یا دوره مورد نظر}}{\text{تعداد کل مقالات دنیا در طی همان زمان}} \times 100$$

(۱)

بنابر این سهم هر کشور را در تولید علم براحتی می توان با دیگر کشورها مقایسه کرد. لازم به ذکر است که ما بقی کشورهای دنیا به جهت بسیار ناچیز بودن سهم آنها در تولید علم جهانی تحت بررسی قرار نگرفته اند [۱۶]. همانطور که مشاهده می شود آمریکا با یک اختلاف چشمگیر نسبت به سایر کشورها در مقام نخست قرار دارد و ایران در رتبه سی و ششم جهان می باشد. تنها کشور اسلامی که فعلاً رتبه بهتری از ایران دارد ترکیه می باشد. باید توجه داشت که خوشبختانه سهم تولید علم ایران در جهان تا حد ۰/۶۲ درصد در سال ۲۰۰۷ افزایش یافته [۱۱] و رقم ۰/۲۸ که در جدول ۱ مشاهده می شود در واقع یک میانگین برای دوره ذکر شده (۱ ژانویه ۱۹۹۷ تا ۳۱ اکتبر ۲۰۰۷) می باشد. در جدول فوق درصد جمعیت کشورها (P) نیز مشخص شده است. البته باید توجه داشت که هر ساله جمعیت کشورهای مختلف ممکن است با یک رشد منفی یا مثبت تغییر یابد. لذا جمعیت جهان و کشورهای مختلف در سال های ۱۹۹۷ و ۲۰۰۷ استخراج، میانگین آن محاسبه و در اینجا بکار گرفته شده



شکل ۱- مقایسه تولیدات علمی چند کشور پیشرفته در شاخه های ۲۲ گانه علوم. تعداد مقالات آمریکا در طب بالینی ۶۹۶۹۱۷ می باشد.

جدول ۱- رتبه بندی کشور ها با توجه به مقادیر X آنها

| No. | Country | X (%) | P (%) | Sx | No. | Country | X (%) | P (%) | Sx |
|-----|-----------------|--------|--------|--------|-----|----------------------|-------|--------|-------|
| 1 | USA | 26.687 | 4.614 | 5.784 | 47 | Croatia | 0.133 | 0.072 | 1.853 |
| 2 | United kingdom | 7.431 | 0.961 | 7.731 | 48 | Malaysia | 0.115 | 0.364 | 0.317 |
| 3 | Japan | 7.235 | 2.036 | 3.553 | 49 | Hong kong | 0.105 | 0.108 | 0.966 |
| 4 | Germany | 6.875 | 1.321 | 5.203 | 50 | Byelarus | 0.100 | 0.160 | 0.625 |
| 5 | French | 4.926 | 0.997 | 4.943 | 51 | Venezuela | 0.098 | 0.389 | 0.253 |
| 6 | Peoples R China | 4.487 | 20.585 | 0.218 | 52 | Morocco | 0.094 | 0.500 | 0.188 |
| 7 | Canada | 3.670 | 0.512 | 7.169 | 53 | Pakistan | 0.081 | 2.401 | 0.034 |
| 8 | Italy | 3.473 | 0.929 | 3.738 | 54 | Tunisia | 0.081 | 0.157 | 0.515 |
| 9 | Russia | 2.562 | 2.326 | 1.101 | 55 | Nigeria | 0.078 | 1.939 | 0.040 |
| 10 | Spain | 2.530 | 0.645 | 3.919 | 56 | Colombia | 0.065 | 0.660 | 0.099 |
| 11 | Australia | 2.188 | 0.313 | 6.981 | 57 | Estonia | 0.063 | 0.022 | 2.853 |
| 12 | Netherlands | 2.061 | 0.256 | 7.972 | 58 | Cuba | 0.058 | 0.180 | 0.323 |
| 13 | India | 2.027 | 16.731 | 0.1217 | 59 | Algeria | 0.053 | 0.502 | 0.107 |
| 14 | Korea south | 1.808 | 0.765 | 2.363 | 60 | Jordan | 0.052 | 0.085 | 0.616 |
| 15 | Sweden | 1.569 | 0.144 | 10.891 | 61 | Kuwait | 0.050 | 0.034 | 1.471 |
| 16 | Switzerlands | 1.492 | 0.118 | 12.584 | 62 | Indonesia | 0.044 | 3.529 | 0.012 |
| 17 | Brazil | 1.291 | 2.882 | 0.448 | 63 | Bangladesh | 0.043 | 2.200 | 0.019 |
| 18 | Taiwan | 1.225 | 0.358 | 3.424 | 64 | Vietnam | 0.039 | 1.296 | 0.030 |
| 19 | Poland | 1.130 | 0.620 | 1.822 | 65 | Iceland | 0.038 | 0.005 | 8.365 |
| 20 | Belgium | 1.106 | 0.165 | 6.681 | 66 | Phillipines | 0.038 | 1.335 | 0.029 |
| 21 | Turkey | 0.902 | 1.079 | 0.840 | 67 | Armenia | 0.030 | 0.0485 | 0.615 |
| 22 | Denmark | 0.815 | 0.086 | 9.436 | 68 | Uruguay | 0.029 | 0.0549 | 0.529 |
| 23 | Finland | 0.764 | 0.083 | 9.168 | 69 | Uzbekistan | 0.027 | 0.413 | 0.066 |
| 24 | Austria | 0.760 | 0.131 | 5.809 | 70 | Costa Rica | 0.024 | 0.061 | 0.386 |
| 25 | Greece | 0.606 | 0.170 | 3.555 | 71 | Ethiopia | 0.022 | 1.096 | 0.020 |
| 26 | Mexico | 0.557 | 1.644 | 0.339 | 72 | Pero | 0.022 | 0.429 | 0.050 |
| 27 | Norway | 0.535 | 0.073 | 7.365 | 73 | Tanzania | 0.022 | 0.566 | 0.039 |
| 28 | Czech Republic | 0.498 | 0.165 | 3.019 | 74 | Cameroon | 0.021 | 0.260 | 0.079 |
| 29 | New Zealand | 0.464 | 0.063 | 7.404 | 75 | Rep of Georgia | 0.021 | 0.077 | 0.272 |
| 30 | Argentina | 0.441 | 0.615 | 0.717 | 76 | Cyprus | 0.018 | 0.012 | 1.474 |
| 31 | Hungary | 0.429 | 0.162 | 2.641 | 77 | United Arab Emirates | 0.018 | 0.058 | 0.315 |
| 32 | Singapore | 0.415 | 0.067 | 6.174 | 78 | Uganda | 0.018 | 0.419 | 0.041 |
| 33 | Portughal | 0.407 | 0.167 | 2.433 | 79 | Zimbabwe | 0.018 | 0.191 | 0.095 |
| 34 | Ukraine | 0.395 | 0.777 | 0.508 | 80 | Oman | 0.017 | 0.0447 | 0.379 |
| 35 | Ireland | 0.309 | 0.062 | 4.947 | 81 | Kazakhstan | 0.016 | 0.247 | 0.065 |
| 36 | Iran | 0.280 | 1.0238 | 0.2738 | 82 | Moldova | 0.016 | 0.0706 | 0.225 |
| 37 | South Africa | 0.260 | 0.698 | 0.373 | 83 | Ghana | 0.014 | 0.333 | 0.043 |
| 38 | Egypt | 0.259 | 1.177 | 0.220 | 84 | Senegal | 0.014 | 0.177 | 0.076 |
| 39 | Chile | 0.227 | 0.248 | 0.914 | 85 | Ecuador | 0.011 | 0.206 | 0.054 |
| 40 | Yugoslavia | 0.223 | 0.313 | 0.711 | 86 | Cote Ivorie | 0.010 | 0.262 | 0.037 |
| 41 | Romania | 0.209 | 0.360 | 0.581 | 87 | Nepal | 0.010 | 0.417 | 0.025 |
| 42 | Slovakia | 0.200 | 0.087 | 2.298 | 88 | Sri lanka | 0.010 | 0.320 | 0.032 |
| 43 | Thailand | 0.182 | 1.007 | 0.181 | 89 | Jamaica | 0.009 | 0.0427 | 0.222 |
| 44 | Slovenia | 0.160 | 0.032 | 4.943 | 90 | Malawi | 0.009 | 0.196 | 0.045 |
| 45 | Bulgaria | 0.157 | 0.124 | 1.272 | 91 | Trinid | 0.008 | 0.018 | 0.481 |
| 46 | Saudia Arabia | 0.140 | 0.392 | 0.357 | 92 | Botswana | 0.008 | 0.027 | 0.297 |

با توجه به رابطه ۱، در صد مقالات هر کشور از کل مقالات جهان (۸۸۸، ۰۰۶، ۱۱) محاسبه شده است.

ادامه جدول ۱- رتبه بندی کشور ها با توجه به مقادیر X آنها^۱

| No. | Country | X (%) | P (%) | S _x |
|-----|-----------------|--------|--------|----------------|
| 93 | Bolivia | 0.007 | 0.135 | 0.049 |
| 94 | Burkina Faso | 0.007 | 0.198 | 0.037 |
| 95 | Syria | 0.007 | 0.276 | 0.026 |
| 96 | Gabon | 0.005 | 0.021 | 0.227 |
| 97 | Gambia | 0.005 | 0.024 | 0.220 |
| 98 | Papula n Guinea | 0.005 | 0.0835 | 0.058 |
| 99 | Sudan | 0.005 | 0.570 | 0.009 |
| 100 | Mali | 0.004 | 0.172 | 0.024 |
| 101 | Guatemala | 0.003 | 0.187 | 0.017 |
| 102 | Zambia | 0.005 | 0.169 | 0.031 |
| 103 | Malta | 0.003 | 0.006 | 0.446 |
| 104 | Barbados | 0.0014 | 0.004 | 0.322 |

^۱ با توجه به رابطه ۱، در صد مقالات هر کشور از کل مقالات جهان (۸۸۸، ۱۱۰،۰۰۶) محاسبه شده است.

بنابراین زیاد بودن تعداد مقالات یک کشور نه تنها نمایانگر تعداد محققین بیشتر (یا فعالتر یا توانمندتر) بلکه بیانگر بهرمندی از ابزار و امکانات بهتر و بیشتر نیز می‌تواند می‌باشد. بنابراین هر چقدر مقدار S_x یک کشور بیشتر باشد به معنی آن است که درصد بیشتری از جمعیت آن کشور را محققین توانمند و با انگیزه تشکیل می‌دهند. از طرف دیگر بیانگر این حقیقت نیز می‌باشد که امکانات به اندازه کافی در اختیار محققین قرار می‌گیرد. پس خطا نرفته‌ایم اگر چنین کشورهایی را پیشنهاد در عرصه علم بنامیم. از طرف مقابل در بسیاری از ۱۰۴ کشور مورد بررسی درصد تولید علم کمتر و در مواردی بسیار کمتر از درصد جمعیت آنها در جهان بوده است ($S_x < 1$). اگر بپذیریم که واژه فقر را نه تنها در مقوله‌های اقتصادی و فرهنگی که در علم هم می‌توان بکار برد پس در اینجا نیز شاید بتوان یک خط فقر علمی تعیین کرد. در مقوله‌های اقتصادی وقتی می‌توان گفت یک خانواده در زیر خط فقر قرار دارد که درآمدش، به نسبت جمعیتش، کافی نمی‌باشد. بنابراین شاید بتوان گفت که اگر کشوری نتواند به نسبت جمعیت خود علم تولید کند در زیر خط فقر علمی قرار دارد. البته پارامترهای مختلفی برای تعیین سطح علمی مردم یک کشور در نظر گرفت اما برای شروع تعداد مقالات به نسبت جمعیت معیار بسیار خوبی می‌تواند باشد. با توجه به جدول ۲ مشخص است که تنها ۳۶ کشور جهان، بر اساس تولیدات علمی خود در بازه زمانی مورد بحث در این نوشته، در بالای چنین خط فقری قرار داشته‌اند. اگر کشوری نمی‌تواند از این خط فقر عبور کند، پس یا محقق کافی (توانمند، فعال و با انگیزه) ندارد یا ابزار و امکانات آن را ندارد و یا در هر دو مورد فقیر می‌باشد. البته نویسندگان مقاله بر این امر واقف هستند که علاوه بر محقق، ابزار و امکانات عوامل مهم و متعدد دیگری نیز در عملکرد پژوهشی یک کشور موثر هستند. اما باید بپذیریم که حتی اگر میلیاردها تومان پول در حساب داشته باشیم (کنایه به منابع سرشار مادی و انسانی) ولی بالباسی ژنده و پاره به خیابان برویم همه ما را فقیر خواهند نامید. البته شاید گمان شود که نتایج جدول ۲ و قرار گرفتن کشوری چون کویت در بالای خط فقر علمی و کشوری همچون مالزی در زیر آن صحیح نمی‌باشد. اما مجدداً یاد آور می‌شود که در این نوشته تنها به تولید علم آنهم به شکل چاپ مقاله بین المللی استنادی توجه شده است. آنچه که مسلم است تولید فن و ثروت از علم مقوله مهم دیگری است که باید در

نوشته ای دیگر به آن پرداخت.

تولیدات علمی کشورها در شاخه‌های ۲۲ گانه علوم

در اینجا بضاعت و همچنین عملکرد شاخه‌های مختلف علوم در تولید مقالات بین المللی استنادی مورد بررسی قرار می‌گیرد. تعداد مقالات منتشر شده علوم مختلف (در مجلات استنادی بین المللی) در ایران با چند کشور دیگر در جدول ۳ و شکل‌های ۱ و ۲ مقایسه شده است. این کشورها بگونه‌ای انتخاب شده‌اند که هم کشورهای موفق تر (شکل ۱) و کشورهای دیگر (شکل ۲) بررسی شده باشند. ابتدا شکل ۱ توضیح داده می‌شود. همانطور که مشاهده می‌شود اختلاف آمریکا حتی با دیگر کشورهای پیشرفته بسیار چشمگیر بوده و این به بزرگ بودن جمعیت آن نیز مربوط می‌شود. برای واضح شدن نمودار بالا جبار مقدار حداکثر بر روی محور عمودی ۳۰۰۰۰۰ انتخاب شده است (که در نتیجه تعداد مقالات طب بالینی در آمریکا که ۶۹۶۹۱۷ می‌باشد مشخص نیست). تمامی کشورهای پیشرفته که در این شکل بررسی شده‌اند بیشترین تعداد مقالات خود را در زمینه طب بالینی منتشر نموده‌اند. حال به بررسی شکل ۲ می‌پردازیم. لازم به ذکر است که جمعیت کشورهای بررسی شده در این شکل نزدیک به جمعیت ایران می‌باشد. در شکل ۲ تعداد مقالات علوم مختلف ایران با چند کشور دیگر که جمعیت آنها نزدیک به جمعیت ایران می‌باشد با هم مقایسه شده‌اند. همانگونه که مشاهده می‌شود اگر چه همه این کشورها در کل از ایران پایین ترمی باشند اما در معدودی از شاخه‌ها از ایران بهتر عمل نموده‌اند. برتری ایران در شاخه‌هایی چون شیمی، مهندسی، فیزیک، علوم گیاهی و حیوانی، علم مواد و چند مورد دیگر بسیار چشمگیر است. برای هر کشور سهم مقالات هر شاخه از علم، از کل مقالات منتشر شده در آن کشور از رابطه ۳ محاسبه و مقادیر بدست آمده در جدول ۳ ارائه داده شده است.

$$Y_i = \frac{\text{تعداد مقالات هر شاخه از علم برای یک کشور}}{\text{کل مقالات منتشر شده در آن کشور}} \times 100$$

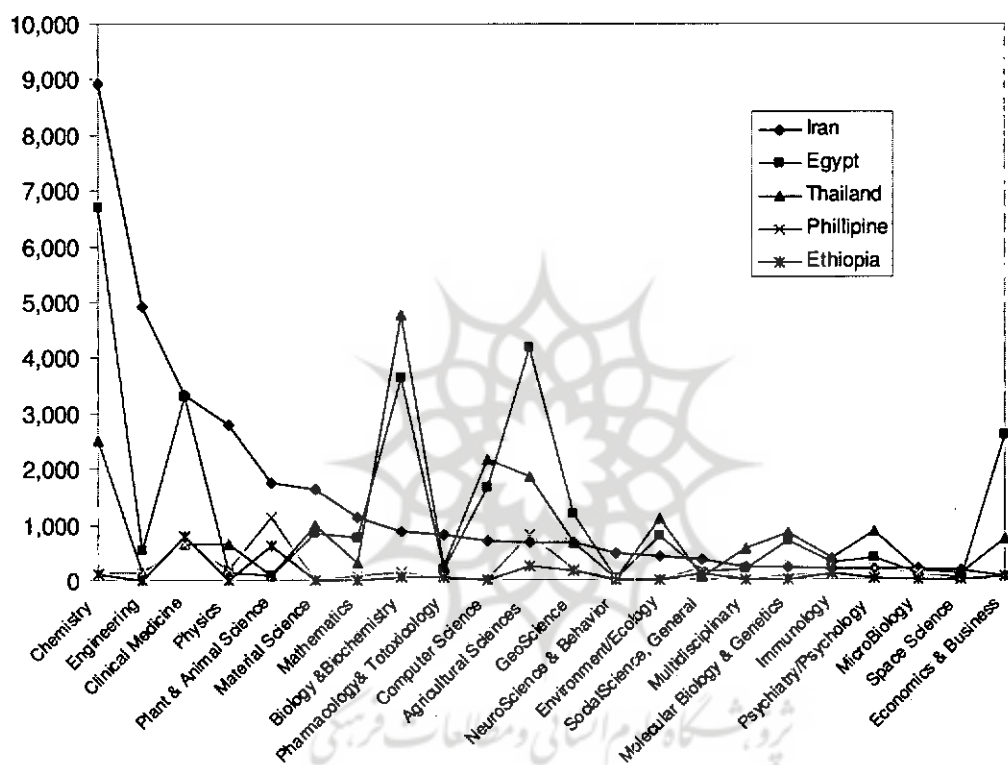
(۳)

همانطور که مشاهده می‌شود تفاوت چشمگیری بین Y_i بدست آمده برای شاخه‌های مختلف علم در ایران وجود دارد. بدیهی است که نمی‌توان عملکرد شاخه‌ای از علم را در تولید علم با شاخه‌ای دیگر به درستی مقایسه کرد، مگر اینکه به تعداد مقالات منتشر شده آن دو شاخه از علم در کل جهان نیز توجه نمود. بنابراین بجای اینکه درصد مقالات یک شاخه از علم (Y_i) را با بقیه علوم در یک کشور مقایسه کنیم بهتر است که تعداد مقالات آن شاخه را تقسیم بر تعداد کل مقالات چاپ شده جهان در همان شاخه کرده (رابطه ۴) و مقادیر X_i بدست آمده را با یکدیگر مقایسه کنیم. توجه کنید که X_i یک شاخه از علم در یک کشور در واقع به معنی سهم آن کشور از کل مقالات بین المللی استنادی جهان در آن علم می‌باشد.

$$X_i = \frac{\text{تعداد مقالات شاخه‌ای خاص از علم در یک کشور}}{\text{تعداد کل مقالات چاپ شده جهان در همان شاخه}} \times 100$$

(۴)

داده‌های مربوطه در جدول ۳ ارائه داده شده‌اند. توجه کنید که بطور مثال در ایران اگر چه تعداد مقالات علم مواد کمتر از علم فیزیک می‌باشد اما X_i محاسبه شده برای آنها نشان می‌دهد که عملکرد یا سرانه اولی به مراتب بهتر بوده است. از طرف دیگر تفاوت بین بضاعت شاخه‌های مختلف در تولید علم بطور منطقی تری نمایان شده است. بطور مثال در حالیکه تعداد مقالات مهندسی ایران نسبت به جامعه شناسی حدوداً بصورت ۱۳ به ۱ است اما مقدار X_i آنها حدوداً به نسبت ۶ به ۱ می‌باشد. این نشان می‌دهد که تفاوت عملکرد دو رشته اخیر در تولید علم، با وجود زیاد بودن، به مراتب کمتر از آن میزانی می‌باشد که از تعداد کل مقالات چاپ شده آنها به نظر می‌آید. بنابراین برای یک کشور مقایسه عملکرد شاخه‌های مختلف در تولید علم با مقایسه X_i آنها، و نه Y_i صحیح ترمی باشد. در شکل ۳ مقادیر جا علوم مختلف در ایران با یکدیگر مقایسه شده‌اند. همانطور که مشاهده می‌شود در مورد ایران (و کشورهای مشابه) اختلاف چشمگیری بین مقادیر جبه علوم مختلف وجود دارد این مسئله به خوبی نشان می‌دهد که عملکرد شاخه‌های مختلف در



شکل ۲- مقایسه تولیدات علمی ایران با چند کشور دیگر، در شاخه های ۲۲ گانه علوم.

جدول ۲- رتبه بندی کشور ها با توجه به مقادیر S_x آنها^۱

| No. | Country | S_x | No. | Country | S_x | No. | Country | S_x |
|-----|----------------|--------|-----|-----------------------|-------|-----|---------------|-------|
| 1 | Switzerlands | 12.584 | 36 | Russia | 1.101 | 71 | Morocco | 0.188 |
| 2 | Sweden | 10.891 | 37 | Hong kong | 0.966 | 72 | Thailand | 0.181 |
| 3 | Denmark | 9.436 | 38 | Chile | 0.914 | 73 | India | 0.122 |
| 4 | Finland | 9.168 | 39 | Turkey | 0.840 | 74 | Algeria | 0.107 |
| 5 | Iceland | 8.365 | 40 | Argentina | 0.717 | 75 | Colombia | 0.099 |
| 6 | Netherlands | 7.972 | 41 | Yugoslavia | 0.711 | 76 | Zimbabwe | 0.095 |
| 7 | United kingdom | 7.731 | 42 | Byelarus | 0.625 | 77 | Cameroon | 0.079 |
| 8 | New Zealand | 7.404 | 43 | Jordan | 0.616 | 78 | Senegal | 0.076 |
| 9 | Norway | 7.365 | 44 | Armenia | 0.615 | 79 | Uzbekistan | 0.066 |
| 10 | Canada | 7.169 | 45 | Romania | 0.581 | 80 | Kazakhstan | 0.065 |
| 11 | Australia | 6.981 | 46 | Uruguay | 0.529 | 81 | Papula Guinea | 0.058 |
| 12 | Belgium | 6.681 | 47 | Tunisia | 0.515 | 82 | Ecuador | 0.054 |
| 13 | Singapore | 6.174 | 48 | Ukraine | 0.508 | 83 | Pero | 0.050 |
| 14 | Austria | 5.809 | 49 | Trinid | 0.481 | 84 | Bolivia | 0.049 |
| 15 | USA | 5.784 | 50 | Brazil | 0.448 | 85 | Malawi | 0.045 |
| 16 | Germany | 5.203 | 51 | Malta | 0.446 | 86 | Ghana | 0.043 |
| 17 | Ireland | 4.947 | 52 | Costa Rica | 0.386 | 87 | Uganda | 0.041 |
| 18 | French | 4.943 | 53 | Oman | 0.379 | 88 | Nigeria | 0.040 |
| 19 | Slovenia | 4.943 | 54 | South Africa | 0.373 | 89 | Tanzania | 0.039 |
| 20 | Spain | 3.919 | 55 | Saudia Arabia | 0.357 | 90 | Burkina Faso | 0.037 |
| 21 | Italy | 3.738 | 56 | Mexico | 0.339 | 91 | Cote Ivorie | 0.037 |
| 22 | Greece | 3.555 | 57 | Cuba | 0.323 | 92 | Pakistan | 0.034 |
| 23 | Japan | 3.553 | 58 | Barbados | 0.322 | 93 | Sri lanka | 0.032 |
| 24 | Taiwan | 3.424 | 59 | Malaysia | 0.317 | 94 | Zambia | 0.031 |
| 25 | Czech Republic | 3.019 | 60 | United Araba Emirates | 0.315 | 95 | Vietnam | 0.030 |
| 26 | Estonia | 2.853 | 61 | Botswana | 0.297 | 96 | Phillipines | 0.029 |
| 27 | Hungary | 2.641 | 62 | Iran | 0.274 | 97 | Syria | 0.026 |
| 28 | Portughal | 2.433 | 63 | Rep of Georgia | 0.272 | 98 | Nepal | 0.025 |
| 29 | Korea south | 2.363 | 64 | Venezuela | 0.253 | 99 | Mali | 0.024 |
| 30 | Slovakia | 2.298 | 65 | Gabon | 0.227 | 100 | Ethiopia | 0.020 |
| 31 | Croatia | 1.853 | 66 | Moldova | 0.225 | 101 | Bangladesh | 0.019 |
| 32 | Poland | 1.822 | 67 | Jamaica | 0.222 | 102 | Guatemala | 0.017 |
| 33 | Cyprus | 1.474 | 68 | Egypt | 0.220 | 103 | Indonesia | 0.012 |
| 34 | Kuwait | 1.471 | 69 | Gambia | 0.220 | 104 | Sudan | 0.009 |
| 35 | Bulgaria | 1.272 | 70 | Peoples R China | 0.218 | | | |

^۱ با توجه به رابطه ۲، نسبت در صد مقالات هر کشور به درصد جمعیت آن محاسبه شده است.

جدول ۳- مقایسه تولید علم شاخه های ۲۲ گانه علوم بر ایران و چند کشور دیگر

| | World | | | | Iran | | | | New Zealand | | | | Turkey | | | |
|------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------------|-------|-------|-----------|--------|-------|-------|-----------|
| | N_i | N_i | n_i | N_i | n_i | Y_i | X_i | S_{X_i} | n_i | Y_i | X_i | S_{X_i} | n_i | Y_i | X_i | S_{X_i} |
| ALL | 1,293,165 | 8,933 | 29.0 | 0.69 | 0.67 | 3,162 | 6.2 | 0.24 | 10,521 | 10.6 | 0.81 | 7.5 | 10,521 | 10.6 | 0.81 | 7.5 |
| Chemistry | 839,420 | 4,920 | 16.0 | 0.59 | 0.58 | 2,429 | 4.8 | 0.29 | 10,050 | 10.1 | 1.20 | 1.11 | 10,050 | 10.1 | 1.20 | 1.11 |
| Engineering | 2,252,516 | 3,346 | 10.9 | 0.15 | 0.15 | 9,133 | 17.9 | 0.40 | 36,124 | 36.4 | 1.60 | 1.48 | 36,124 | 36.4 | 1.60 | 1.48 |
| Clinical Medicine | 1,205,918 | 2,797 | 9.1 | 0.23 | 0.22 | 1,912 | 3.7 | 0.16 | 5,528 | 5.6 | 0.46 | 0.43 | 5,528 | 5.6 | 0.46 | 0.43 |
| Physics | 631,860 | 1,743 | 5.6 | 0.28 | 0.27 | 7,701 | 15.1 | 1.22 | 6,731 | 6.8 | 1.10 | 1.02 | 6,731 | 6.8 | 1.10 | 1.02 |
| Plant & Animal Science | 473,981 | 1,638 | 5.3 | 0.34 | 0.33 | 948 | 1.8 | 0.20 | 4,289 | 4.3 | 0.90 | 0.83 | 4,289 | 4.3 | 0.90 | 0.83 |
| Material Science | 284,110 | 1,127 | 3.7 | 0.40 | 0.39 | 1,262 | 2.5 | 0.44 | 1,579 | 1.6 | 0.56 | 0.52 | 1,579 | 1.6 | 0.56 | 0.52 |
| Mathematics | 686,482 | 887 | 2.9 | 0.13 | 0.13 | 2,639 | 5.2 | 0.38 | 3,859 | 3.9 | 0.56 | 0.5 | 3,859 | 3.9 | 0.56 | 0.5 |
| Biology & Biochemistry | 192,409 | 829 | 2.7 | 0.43 | 0.42 | 1,335 | 2.6 | 0.69 | 2,265 | 2.3 | 1.20 | 1.11 | 2,265 | 2.3 | 1.20 | 1.11 |
| Pharmacology & Toxicology | 278,725 | 709 | 2.3 | 0.25 | 0.24 | 1,104 | 2.2 | 0.40 | 1,945 | 2.0 | 0.70 | 0.65 | 1,945 | 2.0 | 0.70 | 0.65 |
| Computer Science | 197,213 | 689 | 2.2 | 0.35 | 0.34 | 2,863 | 5.6 | 1.45 | 3,139 | 3.2 | 1.60 | 1.48 | 3,139 | 3.2 | 1.60 | 1.48 |
| Agricultural Sciences | 339,447 | 670 | 2.2 | 0.20 | 0.20 | 3,030 | 5.9 | 0.89 | 2,249 | 2.3 | 0.66 | 0.612 | 2,249 | 2.3 | 0.66 | 0.612 |
| GeoScience | 356,715 | 472 | 1.5 | 0.13 | 0.13 | 1,244 | 2.4 | 0.35 | 2,117 | 2.1 | 0.60 | 0.56 | 2,117 | 2.1 | 0.60 | 0.56 |
| NeuroScience & Behavior | 283,885 | 434 | 1.4 | 0.15 | 0.15 | 3,501 | 6.9 | 1.23 | 2,727 | 2.7 | 0.96 | 0.89 | 2,727 | 2.7 | 0.96 | 0.89 |
| Environment/Ecology | 373,306 | 364 | 1.2 | 0.10 | 0.10 | 2,903 | 5.7 | 0.78 | 1,367 | 1.4 | 0.37 | 0.34 | 1,367 | 1.4 | 0.37 | 0.34 |
| Social Science, General | 19,612 | 215 | 0.7 | 1.10 | 1.08 | 52 | 0.1 | 0.26 | 35 | 0.04 | 0.18 | 0.17 | 35 | 0.04 | 0.18 | 0.17 |
| Multidisciplinary | 338,665 | 227 | 0.7 | 0.07 | 0.07 | 938 | 1.8 | 0.28 | 1,080 | 1.1 | 0.32 | 0.30 | 1,080 | 1.1 | 0.32 | 0.30 |
| Molecular Biology & Genetics | 160,547 | 210 | 0.7 | 0.13 | 0.13 | 398 | 0.8 | 0.25 | 531 | 0.5 | 0.33 | 0.31 | 531 | 0.5 | 0.33 | 0.31 |
| Immunology | 253,667 | 186 | 0.6 | 0.07 | 0.07 | 2,177 | 4.3 | 0.86 | 1,087 | 1.1 | 0.43 | 0.4 | 1,087 | 1.1 | 0.43 | 0.4 |
| Psychiatry/Psychology | 193,326 | 191 | 0.6 | 0.1 | 0.10 | 820 | 1.6 | 0.42 | 773 | 0.8 | 0.40 | 0.37 | 773 | 0.8 | 0.40 | 0.37 |
| MicroBiology | 198,213 | 165 | 0.5 | 0.08 | 0.08 | 351 | 0.7 | 0.18 | 477 | 0.5 | 0.24 | 0.22 | 477 | 0.5 | 0.24 | 0.22 |
| Space Science | 153,706 | 45 | 0.1 | 0.03 | 0.03 | 1,132 | 2.2 | 0.74 | 856 | 0.9 | 0.56 | 0.52 | 856 | 0.9 | 0.56 | 0.52 |
| Economics & Business | | | | | | | | | | | | | | | | |

این شاخص ها توسط موسسه ISI تعیین شده اند.

ادامه جدول ۳- مقایسه تولید علم شاخه های ۲۷ گانه علوم در ایران و چند کشور دیگر

| | Franch n=542,225 | | | Germany n=756,763 | | | UK n=817,879 | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-------|-------|----------------------|---------|-------|-----------------|-------|---------|-----------|-------|-------|
| | n_i | Y_i | X_i | S_{X_i} | Y_i | X_i | S_{X_i} | Y_i | X_i | S_{X_i} | | |
| ALL | | | | | | | | | | | | |
| Chemistry | 66,202 | 12.2 | 5.12 | 5.14 | 97,949 | 12.9 | 7.57 | 5.73 | 70,010 | 8.56 | 5.41 | 5.63 |
| Engineering | 36,164 | 6.7 | 4.31 | 4.32 | 44,983 | 5.9 | 5.36 | 4.06 | 20,056 | 6.69 | 6.52 | 6.78 |
| Clinical Medicine_ | 109,609 | 20.2 | 4.87 | 4.89 | 170,011 | 22.5 | 7.55 | 5.71 | 85,506 | 23.97 | 8.7 | 9.05 |
| Physics | 73,075 | 13.5 | 6.06 | 6.08 | 103,239 | 13.6 | 8.56 | 6.48 | 20,964 | 7.82 | 5.3 | 5.51 |
| Plant & Animal Science | 26,928 | 5.0 | 4.26 | 4.27 | 36,228 | 4.8 | 5.73 | 4.34 | 36,878 | 5.44 | 7.04 | 7.32 |
| Material Science | 22,827 | 4.2 | 4.82 | 4.84 | 34,243 | 4.5 | 7.22 | 5.46 | 11,150 | 2.99 | 5.16 | 5.37 |
| Mathematics_ | 22,557 | 4.2 | 7.94 | 7.97 | 18,633 | 2.5 | 6.56 | 4.96 | 25,975 | 1.73 | 4.99 | 5.19 |
| Biology & Biochemistry | 35,493 | 6.5 | 5.17 | 5.19 | 44,871 | 5.9 | 6.54 | 4.95 | 175,153 | 6.30 | 7.5 | 7.80 |
| Pharmacology & Toxology | 8,418 | 1.6 | 4.38 | 4.39 | 12,226 | 1.6 | 6.35 | 4.80 | 25,472 | 1.61 | 6.84 | 7.12 |
| Computer Science | 14,282 | 2.6 | 5.12 | 5.14 | 18,984 | 2.5 | 6.81 | 5.15 | 33,947 | 2.32 | 6.8 | 7.07 |
| Agricultural Sciences_ | 8,448 | 1.6 | 4.28 | 4.29 | 10,785 | 1.4 | 5.47 | 4.14 | 49,207 | 1.33 | 5.53 | 5.75 |
| GeoScience | 21,562 | 4.0 | 6.35 | 6.37 | 22,848 | 3.0 | 6.73 | 5.09 | 17,058 | 3.57 | 8.59 | 8.94 |
| NeuroScience & Behavior | 17,190 | 3.2 | 4.82 | 4.84 | 27,421 | 3.6 | 7.69 | 5.82 | 5,885 | 3.49 | 8.00 | 8.32 |
| Environment/Ecology | 10,609 | 2.0 | 3.74 | 3.75 | 13,690 | 1.8 | 4.82 | 3.65 | 46,473 | 2.68 | 7.72 | 8.03 |
| SocialScience, General_ | 5,437 | 1.0 | 1.46 | 1.46 | 10,739 | 1.4 | 2.88 | 2.18 | 24,407 | 6.08 | 13.32 | 13.86 |
| Multidisciplinary | 782 | 0.1 | 3.99 | 4.00 | 704 | 0.1 | 3.59 | 2.72 | 40,721 | 0.17 | 7.13 | 7.42 |
| Molecular Biology & Genetics_ | 18,699 | 3.4 | 5.52 | 5.54 | 25,827 | 3.4 | 7.63 | 5.77 | 22,462 | 3.58 | 8.66 | 9.01 |
| Immunology | 8,594 | 1.6 | 5.35 | 5.37 | 10,236 | 1.4 | 6.38 | 4.83 | 17,820 | 1.64 | 8.36 | 8.70 |
| Psychiatry/Psychology_ | 5,258 | 1.0 | 2.07 | 2.08 | 15,407 | 2.0 | 6.10 | 4.62 | 17,190 | 3.42 | 11.04 | 11.49 |
| MicroBiology | 11,773 | 2.2 | 6.09 | 6.11 | 14,969 | 2.0 | 7.74 | 5.86 | 28,130 | 2.02 | 8.55 | 8.90 |
| Space Science | 13,518 | 2.5 | 6.82 | 6.84 | 16,829 | 2.2 | 8.49 | 6.42 | 24,407 | 2.31 | 9.54 | 9.93 |
| Economics & Business | 4,800 | 0.9 | 3.12 | 3.13 | 5,941 | 0.8 | 3.86 | 2.92 | 24,116 | 2.41 | 12.82 | 13.34 |

این شاخه ها توسط موسسه ISI تعیین شده اند.

ادامه جدول ۳- مقایسه تولید علم شاخه های ۲۲ گانه علوم در ایران و چند کشور دیگر

| | Switzerland | | | | India | | | | Thailand | | | |
|-------------------------------|-------------|-------|-------|-----------|-------------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-----------|
| | n_i | Y_i | X_i | S_{X_i} | n_i | Y_i | X_i | S_{X_i} | n_i | Y_i | X_i | S_{X_i} |
| ALL | $n=164,182$ | | | | $n=223,064$ | | | | $n=20,014$ | | | |
| Chemistry | 18,015 | 11.0 | 1.39 | 11.73 | 52,367 | 23.5 | 4.05 | 0.24 | 2,521 | 12.6 | 0.19 | 0.19 |
| Engineering | 9,901 | 6.0 | 1.18 | 9.96 | 21,128 | 9.5 | 2.52 | 0.15 | 1,876 | 9.4 | 0.22 | 0.22 |
| Clinical Medicine_ | 39,097 | 23.8 | 1.74 | 14.68 | 20,155 | 9.0 | 0.89 | 0.05 | 4,764 | 23.8 | 0.21 | 0.21 |
| Physics | 21,933 | 13.4 | 1.82 | 15.35 | 28,171 | 12.6 | 2.34 | 0.14 | 643 | 3.2 | 0.05 | 0.05 |
| Plant & Animal Science | 8,257 | 5.0 | 1.31 | 11.05 | 18,419 | 8.2 | 2.92 | 0.17 | 2,183 | 10.9 | 0.34 | 0.34 |
| Material Science | 4,674 | 2.8 | 0.99 | 8.35 | 17,205 | 7.7 | 3.63 | 0.22 | 742 | 3.7 | 0.16 | 0.16 |
| Mathematics_ | 2,530 | 1.5 | 0.89 | 7.51 | 4,347 | 1.9 | 1.53 | 0.09 | 155 | 0.8 | 0.05 | 0.05 |
| Biology & Biochemistry | 10,669 | 6.5 | 1.55 | 13.08 | 11,768 | 5.3 | 1.71 | 0.10 | 1,108 | 5.5 | 0.16 | 0.16 |
| Pharmacology & Toxicology | 2,925 | | | | 5,015 | | | | 684 | | | |
| Computer Science | 3,849 | 2.3 | 1.38 | 11.64 | 3,591 | 1.6 | 1.29 | 0.08 | 406 | 2.0 | 0.14 | 0.14 |
| Agricultural Sciences_ | 2,004 | 1.2 | 1.02 | 8.60 | 9,572 | 4.3 | 4.85 | 0.29 | 992 | 5.0 | 0.50 | 0.50 |
| GeoScience | 6,151 | 3.7 | 1.81 | 15.27 | 7,510 | 3.4 | 2.21 | 0.13 | 312 | 1.6 | 0.09 | 0.09 |
| NeuroScience & Behavior | 6,432 | 3.9 | 1.80 | 15.18 | 2,428 | 1.1 | 0.68 | 0.04 | 163 | 0.8 | 0.04 | 0.04 |
| Environment/Ecology | 4,376 | 2.7 | 1.54 | 12.99 | 5,570 | 2.5 | 1.96 | 0.12 | 851 | 4.2 | 0.30 | 0.30 |
| Social Science, General_ | 2,601 | 1.6 | 0.70 | 5.91 | 2,127 | 1.0 | 0.57 | 0.03 | 552 | 2.8 | 0.15 | 0.15 |
| Multidisciplinary | 172 | 0.1 | 0.88 | 7.42 | 2,080 | 0.9 | 10.60 | 0.63 | 16 | 0.1 | 0.08 | 0.08 |
| Molecular Biology & Genetics_ | 6,551 | | | | 2,961 | | | | 262 | | | |
| Immunology | 3,915 | 2.4 | 2.44 | 20.58 | 1,393 | 0.6 | 0.87 | 0.05 | 660 | 1.3 | 0.08 | 0.08 |
| Psychiatry/Psychology_ | 2,680 | 1.6 | 1.06 | 8.94 | 604 | 0.3 | 0.24 | 0.014 | 83 | 0.4 | 0.03 | 0.03 |
| MicroBiology | 3,155 | 1.9 | 1.63 | 13.75 | 2,948 | 1.3 | 1.52 | 0.09 | 877 | 4.4 | 0.45 | 0.45 |
| Space Science | 2,648 | 1.6 | 1.34 | 11.30 | 2,863 | 1.3 | 1.44 | 0.09 | 58 | 0.3 | 0.03 | 0.03 |
| Economics & Business | 1,647 | 1.0 | 1.07 | 9.03 | 842 | 0.4 | 0.55 | 0.03 | 106 | 0.5 | 0.07 | 0.07 |

* این شاخه ها توسط موسسه ISI تعیین شده اند.

ادامه جدول ۳- مقایسه تولید علم شاخه های ۲۲ گانه علوم^۱ در ایران و چند کشور دیگر

| | Russia n=282,036 | | | | Usa n=2,937,435 | | | | Japan n=796,377 | | | |
|-------------------------------|---------------------|-------|-------|-----------|--------------------|-------|-------|-----------|--------------------|-------|-------|-----------|
| | n_i | Y_i | X_i | S_{x_i} | n_i | Y_i | X_i | S_{x_i} | n_i | Y_i | X_i | S_{x_i} |
| Chemistry | 61,494 | 21.8 | 4.76 | 2.05 | 224,115 | 15.4 | 17.33 | 3.76 | 119,497 | 15.0 | 9.24 | 4.54 |
| Engineering | 24,718 | 8.8 | 2.94 | 1.26 | 198,727 | 6.8 | 23.67 | 5.13 | 66,127 | 8.3 | 7.88 | 3.87 |
| Clinical Medicine_ | 12,842 | 4.6 | 0.57 | 0.24 | 696,917 | 18.0 | 30.94 | 6.71 | 164,282 | 20.6 | 7.29 | 3.58 |
| Physics | 79,525 | 28.2 | 6.6 | 2.84 | 214,921 | 10.0 | 17.82 | 3.86 | 115,178 | 14.5 | 9.55 | 4.69 |
| Plant & Animal Science | 6,575 | 2.3 | 1.04 | 0.45 | 152,810 | 7.1 | 24.18 | 5.24 | 37,965 | 4.8 | 6.01 | 2.95 |
| Material Science | 17,416 | 6.2 | 3.70 | 1.59 | 71,573 | 3.8 | 15.10 | 3.27 | 53,308 | 6.7 | 11.25 | 5.52 |
| Mathematics_ | 12,273 | 4.4 | 4.32 | 1.86 | 65,674 | 3.6 | 23.12 | 5.01 | 12,369 | 1.6 | 4.35 | 2.14 |
| Biology & Biochemistry | 11,486 | 4.1 | 1.67 | 0.72 | 205,419 | 5.5 | 29.92 | 6.48 | 62,725 | 7.9 | 9.14 | 4.49 |
| Pharmacology & Toxicology | 499 | 0.2 | 0.26 | 0.11 | 49,145 | 1.7 | 25.54 | 5.54 | 20,505 | 2.6 | 10.66 | 5.23 |
| Computer Science | 3,206 | 1.1 | 1.15 | 0.49 | 70,880 | 3.1 | 25.43 | 5.51 | 14,612 | 1.8 | 5.24 | 2.57 |
| Agricultural Sciences_ | 2,160 | 0.8 | 1.10 | 0.47 | 40,936 | 3.7 | 20.76 | 4.50 | 11,717 | 1.5 | 5.94 | 2.92 |
| GeoScience | 19,196 | 6.8 | 5.66 | 2.43 | 84,867 | 2.2 | 25.00 | 5.42 | 14,970 | 1.9 | 4.41 | 2.16 |
| NeuroScience & Behavior | 2,268 | 0.8 | 0.64 | 0.28 | 122,434 | 3.1 | 34.32 | 7.44 | 26,159 | 3.3 | 7.33 | 3.60 |
| Environment/Ecology | 2,371 | 0.8 | 0.84 | 0.36 | 80,018 | 3.1 | 28.19 | 6.11 | 8,730 | 1.1 | 3.08 | 1.51 |
| SocialScience, General_ | 2,899 | 1.0 | 0.78 | 0.34 | 188,712 | 1.1 | 50.55 | 10.96 | 3,104 | 0.4 | 0.83 | 0.41 |
| Multidisciplinary | 2,641 | 0.9 | 13.5 | 5.80 | 5,177 | 0.06 | 26.40 | 5.72 | 489 | 0.1 | 2.49 | 1.22 |
| Molecular Biology & Genetics_ | 6,133 | 2.2 | 1.81 | 0.78 | 120,194 | 2.6 | 35.49 | 7.69 | 25,630 | 3.2 | 7.57 | 3.72 |
| Immunology | 456 | 0.2 | 0.28 | 0.12 | 54,377 | 1.2 | 33.87 | 7.34 | 10,460 | 1.3 | 6.51 | 3.20 |
| Psychiatry/Psychology_ | 1,394 | 0.5 | 0.55 | 0.24 | 118,660 | 1.7 | 46.78 | 10.14 | 4,103 | 0.5 | 1.62 | 0.80 |
| MicroBiology | 3,595 | 1.3 | 1.86 | 0.80 | 52,782 | 2.5 | 27.30 | 5.92 | 13,649 | 1.7 | 7.06 | 3.50 |
| Space Science | 8,488 | 3.0 | 4.28 | 1.84 | 54,231 | 2.3 | 27.36 | 5.93 | 8,377 | 1.0 | 4.23 | 2.10 |
| Economics & Business | 401 | 0.1 | 0.269 | 0.12 | 64,866 | 1.3 | 42.20 | 9.15 | 2,421 | 0.3 | 1.58 | 0.78 |

^۱ این شاخه ها توسط موسسه ISI تعیین شده اند.

بطور مثال بررسی‌ها نشان داده است که نسبت تولیدات علمی ترکیه به ایران در پایگاه اطلاعات علمی از ۶/۳۰ در سال ۱۹۹۷ به ۲/۰۹ در سال ۲۰۰۷ کاهش یافته است [۱۴]. همچنین در رشته پیشتاز شیمی نسبت تولیدات علمی ترکیه نسبت به ایران از ۲/۷ در سال ۱۹۹۷ به ۰/۸۹ در سال ۲۰۰۷ تغییر یافته است. این آمار نشان‌دهنده آن می‌باشد که در برخی از رشته‌ها، تحول چشمگیری در زمینه تولید علم حاصل شده است. همچنین نتایج نشان داده است که سهم تولید علم ایران در جهان از ۰/۰۰۳ در صد در سال ۱۹۷۰ به ۰/۲۹ در صد در سال ۲۰۰۳ [۱۸] و ۰/۶۲ درصد در سال ۲۰۰۷ افزایش یافته است [۱۱]. از این مهمتر رتبه بندی ارائه شده در مقاله به چاپ رسیده در مجله بسیار معتبر Nature می‌باشد [۱۹]. در مقاله اخیر ۳۱ کشور برتر جهان بر اساس تعداد ارجاعات علمی آنها رتبه بندی شده‌اند. نویسنده مقاله به صراحت ذکر نموده است که ایران تنها کشور اسلامی می‌باشد که در لیست رتبه بندی آن قرار گرفته است.

عملکرد شاخه یا محققین آن شاخه؟

مسئله فقیر بودن در یک شاخه از علم لزوماً به معنی ضیف بودن محققین آن نیست. بدیهی است که اگر تعداد محققین یک شاخه از علم متناسب با جمعیت کشور مربوطه نباشد تعداد مقالات آن نیز ممکن است متناسب با جمعیت کشور نباشد. آشکار است که در مورد اخیر ریشه فقر ضعیف بودن یا غیر فعال بودن محققین نبوده است. در هر صورت توصیه می‌شود که اگر خواننده علاقه‌مند به مقایسه عملکرد کل اعضای هیات علمی و محققین یک شاخه از علم با شاخه دیگر می‌باشد از رابطه ۶ استفاده نماید. در این رابطه در مقایسه با رابطه ۴ تعداد اعضای هیات علمی هر شاخه از علم در کشور مربوط نیز در نظر گرفته شده است.

$$Z_i = \frac{\text{تعداد مقالات شاخه‌ای خاص از علم در یک کشور}}{\text{تعداد کل مقالات چاپ شده جهان در همان شاخه} \times \text{تعداد اعضای هیات علمی آن شاخه در آن کشور}} \times 100$$

(۶)

همچنین اگر علاقه‌مند باشیم که عملکرد محققین یک شاخه از علم را در دو کشور مختلف با یکدیگر مقایسه نماییم می‌توانیم بجای رابطه ۵ از رابطه ۷ استفاده کنیم. در این رابطه به جای در صد جمعیت یک کشور،

تولید علم نسبت به یکدیگر در داخل ایران بسیار متفاوت می‌باشد. توجه به این نکته مهم است که اگر بخواهیم توان و بضاعت یک شاخه از علم را در یک کشور با همان شاخه در کشور دیگر مقایسه نماییم به راحتی می‌توانیم به نتایج فرمول ۴ و مقادیر S_{xi} بدست آمده برای آن دو کشور استناد کنیم. اما اگر می‌خواهیم عملکرد نسبی یا سرانه آن دو را با هم مقایسه نماییم مسلماً می‌بایست جمعیت آن دو کشور را نیز مد نظر داشته باشیم. بنابراین صحیح‌تر آن است که برای این منظور از رابطه ۵ استفاده شود. در این رابطه در صد جمعیت هر کشور (P) از کل جمعیت جهان در نظر گرفته شده است.

تعداد مقالات شاخه‌ای خاص از علم

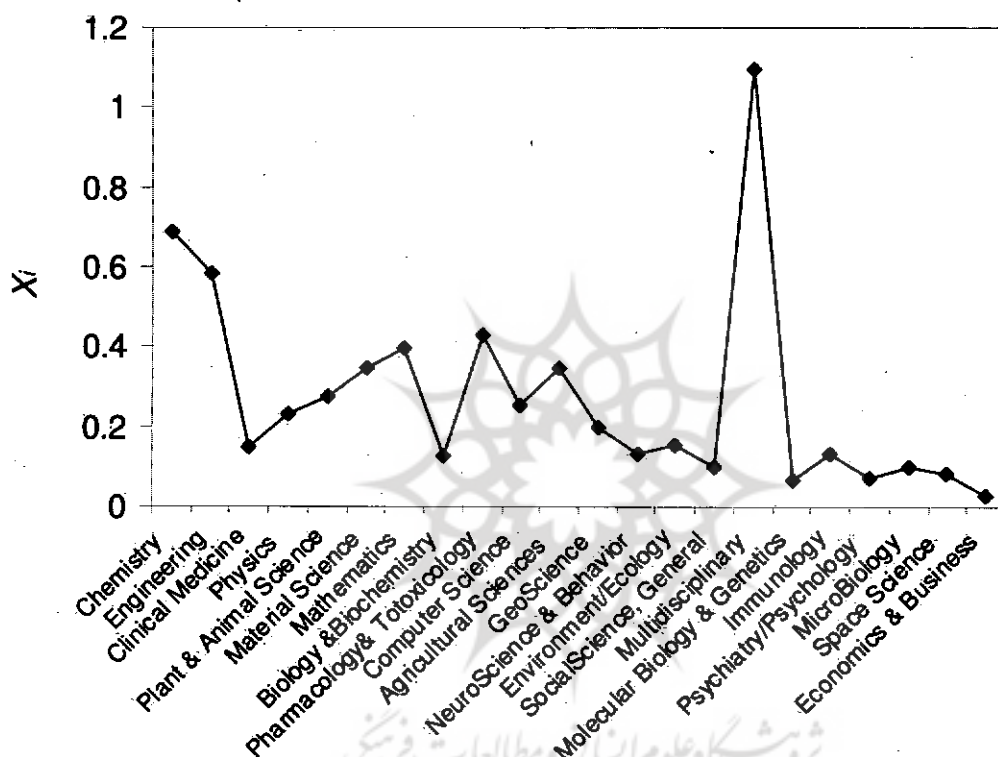
$$S_{xi} = \frac{\text{تعداد کل مقالات چاپ شده جهان در همان شاخه}}{\text{در صد جمعیت آن کشور} \times \text{تعداد کل مقالات چاپ شده جهان در همان شاخه}} \times 100$$

(۵)

مقادیر S_{xi} بدست آمده از این رابطه برای شاخه‌های مختلف در جدول ۳ آورده شده‌اند. در اینجا دو کشور ترکیه و نیوزلند (زلاند نو) را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم. همانطور که مشاهده می‌شود اگرچه تعداد مقالات ترکیه در زمینه طب بالینی بیش از چهار برابر نیوزلند می‌باشد اما S_{xi} آنها به خوبی نشان می‌دهد که طب بالینی این کشور عملکرد بسیار بهتری (۴/۳ برابر) داشته است. مقایسه S_{xi} دیگر شاخه‌ها برای این دو کشور و مشاهده اختلاف فاحش آنها در تمام موارد (تا حد ۲۳ برابری در مورد اقتصاد و بازرگانی یا ۲۲ برابری در زمینه محیط و اکولوژی!) این سوال را مطرح می‌کند که چگونه کشور نه چندان پر آوازه نیوزلند به چنین مهمی دست یافته است؟

از طرف مقابل مقایسه S_{xi} دو کشور ترکیه و هند بار دیگر نشان می‌دهد که نمی‌توان به صرف زیاد بودن تعداد مقالات یک کشور آن را موفق‌تر و در رتبه بهتری در عرصه تولید علم دانست. کشور هند با ۲۲۳۰۶۴ مقاله در دهه گذشته، در مقابل ۹۹۳۷۹ مقاله ترکیه در همان بازه زمانی، با توجه به S_{xi} در رتبه پایین‌تر ۷۳ قرار دارد. با توجه به مقادیر S_{xi} نیز کشور هند در اغلب علوم از ترکیه ضعیف‌تر عمل نموده یا در واقع سرانه کمتری داشته است.

در اینجا لازم است یاد آور شویم که خوشبختانه ایران در طی چند سال گذشته روند رو به رشد بسیار خوبی در تولید علم داشته است [۱۴ و ۱۸].



شکل ۳- مقایسه عملکرد شاخه های ۲۲ گانه علوم در ایران در زمینه تولید علم با توجه به مقادیر X_i آنان.

درصد جمعیت محققین آن کشور گنجانده شده است.

$$S_{z_i} = \frac{\text{تعداد مقالات شاخه‌ای خاص از علم در یک کشور}}{\text{تعداد کل مقالات چاپ شده جهان در همان شاخه} \times \text{درصد جمعیت محققین آن کشور}} \times 100$$

(۷)

تشکر و قدر دانی

از جناب آقای دکتر محمد علی زلفی گل استاد محترم دانشکده شیمی دانشگاه بوعلی سینا که در تمامی مراحل نگارش مقاله، مولفین را تشویق و راهنمایی فرموده‌اند صمیمانه سپاسگزاریم.

منابع و ماخذ:

- [۱] - صبوری، علی اکبر. بررسی کارنامه پژوهشی ایران در سال ۲۰۰۲، رهیافت، شماره ۲۸، صفحات ۹۵-۷۸، ۱۳۸۱.
- [۲] - صبوری، علی اکبر. مروری بر تولید علم در سال ۲۰۰۳، رهیافت، شماره ۳۱، صفحات ۲۳-۲۱، ۱۳۸۲.
- [۳] - صبوری، علی اکبر. رده بندی علوم در ایالات متحده آمریکا، رهیافت، شماره ۳۳، صفحات ۵۸-۴۹، ۱۳۸۳.
- [۴] - صبوری، علی اکبر و پورسازان، نجمه. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۴، رهیافت، شماره ۳۴، صفحات ۶۶-۶۰، ۱۳۸۳.
- [۵] - موسوی، میر فضل الله. رتبه بندی تولید علم در پنجاه کشور اول جهان، مجله رهیافت، شماره ۳۲، صفحات ۵۷-۳۷، ۱۳۸۳.
- [۶] - موسوی، میر فضل الله. احراز جایگاه نخست علمی در منطقه، رهیافت، شماره ۳۵، صفحات ۵۹-۴۵، ۱۳۸۴.
- [۷] - صبوری، علی اکبر. ارزیابی مجلات ایرانی فهرست شده در موسسه اطلاعات علمی (ISI)، رهیافت، شماره ۳۶، صفحات ۶۲-۵۲، ۱۳۸۴.

[۸] - موسوی، میر فضل الله. چگونگی جهش علمی ایران به ده کشور اول تولید کننده علم در جهان، روزنامه همشهری، شماره ۳۹۲۳، صفحه ۲۹، ۲۷ بهمن ۱۳۸۴.

[۹] - صبوری، علی اکبر و پورسازان، نجمه. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۵، رهیافت، شماره ۳۷، صفحات ۵۲-۴۹، ۱۳۸۵.

[۱۰] - صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۶، رهیافت، شماره ۳۸، صفحات ۴۴-۴۰، ۱۳۸۵.

[۱۱] - صبوری، علی اکبر. تولید علم ایران در سال ۲۰۰۷، رهیافت، شماره ۴۱، صفحات ۴۰-۳۵، ۱۳۸۶.

[۱۲] - نیرنیا، اکرم، موسوی موحدی، علی اکبر، طباطبایی فر، سید احمد. وضعیت پژوهش علمی ایران در مقایسه با سایر کشورهای جهان اسلام، رهیافت، شماره ۳۸، صفحات ۳۰-۲۲، ۱۳۸۵.

[۱۳] - گزنی، علی، بینش، سیده مژگان. بررسی جایگاه علمی جمهوری اسلامی ایران در بین کشورهای اسلامی، رهیافت، شماره ۴۱، صفحات ۵۰-۴۱، ۱۳۸۶.

[۱۴] - زلفی گل، محمد علی. نگرش واقع بینانه به تولید علم در ایران، وبگاه هیات حمایت‌های کرسی‌های نظریه پردازی، نقد و مناظره، www.korsi.ir

[۱۵] - زلفی گل، محمد علی. از تولید علم تا تولید ثروت از دانش، رهیافت، شماره ۳۳، صفحات ۲۴-۱۶، ۱۳۸۳.

[16] - Essential Science Indicators in <http://www.isiknowledge.com>

[17] - <http://www.census.gov/ipc/www/idb/pyramids.html>

[18] Moin, M., Mahmoudi, M., Rezaei, N., Scientific output of Iran at the threshold of the 21st century, Scientometrics, Vol. 62, PP. 239-248, 2005.

[19] King, D. A., The scientific impact of nations, Nature Vol. 430, PP. 311-316, 2004.