



## تعیین رتبه ایران بر اساس شاخص‌های علم و فن آوری در زمینه هیدروژن و پیل سوختی بین کشورهای هدف

مولودشیوا<sup>۱</sup>، مینو غلامی<sup>۲</sup>، امیر صفار<sup>۳</sup>

### چکیده:

به منظور سیاست گذاری مناسب در حوزه فن آوری پیل سوختی لازم است تا وضعیت این فن آوری در کشور مورد پایش قرار گرفته و ارزیابی گردد. ارزیابی هر فن-آوری نیازمند شناسایی شاخص‌های مرتبط با حوزه فن آوری است. در این مقاله، ارزیابی فن آوری پیل سوختی با استفاده از برخی شاخص‌های خاص علم و فن-آوری (مقالات و ثبت اختراعات) انجام می‌شود. این ارزیابی، نگرشی بر وضعیت این فن آوری در کشور را ارائه می‌دهد و زمینه‌ساز سیاست‌گذاری‌های بعدی و توسعه فن-آوری پیل سوختی در کشور در راستای تحقق اهداف سند راهبرد ملی توسعه فن-آوری پیل سوختی خواهد بود. نتیجه این ارزیابی جایگاه ایران در این دو حوزه روشن می‌نماید.

### تاریخ دریافت مقاله:

۸۸/۴/۱۴

### تاریخ پذیرش مقاله:

۸۸/۴/۳۱

### کلمات کلیدی:

فن آوری پیل سوختی ،  
شاخص، توسعه فن آوری  
ایران، کشورهای پیشرو.

m-shiva@Suna.org.ir

(۱) سازمان انرژی‌های نو ایران، دفتر هیدروژن و پیل سوختی ، کارشناس شیمی کاربردی  
(۲) سازمان انرژی‌های نو ایران، دفتر هیدروژن و پیل سوختی ، کارشناس ارشد مهندسی مکانیک  
(۳) سازمان انرژی‌های نو ایران، دفتر هیدروژن و پیل سوختی ، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

## مقدمه

تعیین اهداف، راهبردها و برنامه‌های توسعه فن آوری در کشور بدون شناخت و تحلیل مناسب وضعیت موجود فن آوری امکان‌پذیر نمی‌باشد. این شناخت در کشورهای در حال توسعه با توجه به کمبود منابع اطلاعاتی با چالش‌های جدی روبرو است. در ایران نیز نبود بانک‌های اطلاعاتی منسجم و جامع در خصوص شاخص‌های فن آوری، کمبود اسناد پشتیبان در خصوص وضعیت فن آوری در سطوح بخشی و ملی، مستندسازی نامناسب در خصوص معیارهای فن آوری (وضعیت موجود کشور)؛ سیاست‌گذاری در این زمینه را با مشکلات جدی مواجه ساخته است. [۱]

در این مقاله با توجه به موارد فوق و با هدف کمک به نظام سیاست‌گذاری فن آوری پیل سوختی در کشور، سعی شده است تا تصویری از وضعیت فن آوری پیل سوختی با مقایسه دو شاخص مقالات منتشره و اختراعات ثبت شده در کشور ارائه شود. برای انجام این امر سایت‌های معتبر ثبت مقالات و اختراعات بررسی شده و داده‌های مرتبط با کشورهای هدف در دو حوزه انرژی هیدروژنی و فن آوری پیل سوختی اخذ گردید. سپس با ارائه نمودارهایی روند رشد این شاخص‌ها در کشورهای مختلف ارزیابی و مقایسه گردید.

## فن آوری پیل سوختی

محدودیت سوخت‌های فسیلی و آلودگی ناشی از بکارگیری آنها در کنار نیاز به تنوع بخشی به منابع و روش‌های تولید انرژی پایدار و سازگار با محیط زیست از جمله دلایل اصلی توجه جدی به انرژی‌های نو و تجدیدپذیر در سطح جهان می‌باشد. در این میان هیدروژن با قابلیت تولید از منابع فسیلی ( نظیر گاز طبیعی) و منابع پاک (آب) از سوی بسیاری از صاحب‌نظران به عنوان سوخت آینده بشر معرفی شده و پیل سوختی بعنوان وسیله‌ای که در آن هیدروژن طی واکنشی الکتروشیمیایی بدون تولید آلاینده‌های رایج با راندمان بالا تبدیل به الکتریسیته و آب می‌گردد مورد توجه جدی جهانیان قرار گرفته است. از دیگر مزایای پیل‌های سوختی، امکان استفاده مستقیم از گاز طبیعی، بهره‌برداری همزمان از حرارت و الکتریسیته، مدولار بودن و دامنه وسیع تولید انرژی (از میلی‌وات تا مگاوات) و کاربردهای مختلف در صنایع تولید برق خانگی، نیروگاه، برق اضطراری، صنعت حمل و نقل و صنایع الکترونیک می‌باشد. [۲]

## جمهوری اسلامی ایران و فن آوری پیل سوختی

توسعه فن آوری هیدروژن و پیل سوختی در جهان مطمئناً تأثیرات قابل ملاحظه‌ای را در روند عرضه و تقاضای انرژی خواهد نهاد. با توجه به جایگاه جمهوری اسلامی ایران به عنوان یکی از مهمترین کشورهای صادر کننده انرژی در جهان و به منظور حفظ و ارتقاء این جایگاه، شناخت متغیرها، الگوها و نیازهای بازارهای آتی کاملاً ضروری است. برخورداری ایران

از پتانسیل مناسب در بخش انرژیهای نو و تجدیدپذیر نظیر باد، خورشید و زمین گرمایی، بهره‌مندی از منابع عظیم گاز طبیعی به عنوان دروازه دستیابی به عصر هیدروژن (با قابلیت بکارگیری مستقیم در پیل‌های سوختی) و وجود قشر عظیم جوانان تحصیلکرده در کشور از جمله پتانسیل‌های موثر ایران در آینده انرژی جهان می‌باشد. توسعه فن آوری پیل سوختی در کشور می‌تواند ضمن ارتقاء امنیت ارائه انرژی، بهبود کیفیت محیط زیست، بهره‌مندی از دانش روز جهان، سبب ارتقاء جایگاه جمهوری اسلامی ایران در عرصه فن آوری و انرژی در جهان شود.

در این میان با توجه به پیچیدگی و بین رشته‌ای بودن فن آوری پیل سوختی و کاربردهای مختلف آن در صنایع و تأثیرات مختلف آن بر اقتصاد انرژی، محیط‌زیست، حمل و نقل و صنایع بزرگ و اساسی کشور، توسعه این فن آوری نگاهی ملی و فرا بخشی را ایجاب می‌کند. به همین دلیل و به منظور سیاست‌گذاری متمرکز و فرا بخشی، جهت‌دهی و هماهنگی فعالیت‌های توسعه فن آوری و تخصیص بهینه منابع، سند راهبرد ملی توسعه فن آوری پیل سوختی کشور تهیه و در تاریخ ۸۶/۴/۳ توسط هیئت محترم دولت تصویب گردید. بر اساس چشم انداز تدوین شده در سند مذکور پیش بینی شده است که "با اتکال به خداوند متعال و در راستای تحقق چشم‌انداز بیست ساله کشور و با تلاش نظام‌مند ذینفعان این فن آوری در یک بازه ۱۵ ساله، جمهوری اسلامی ایران بر مبنای شاخص‌های بین‌المللی توسعه فن آوری، جزء پنج کشور توسعه یافته، توانمند و صاحب فن آوری قاره آسیا و اولین کشور منطقه در زمینه طراحی، تولید، ارتقاء و بکارگیری فن آوری پیل‌های سوختی راهبردی خواهد شد". [۳]

### شاخص‌های بین‌المللی توسعه فن آوری

ارزیابی فن آوری در سطح ملی نیازمند ساختاری جامع و مناسب جهت تحلیل توانمندی فن آوری در کشور است. مطالعه مدل‌های مطرح شده در سطح بین‌المللی نشان می‌دهد هر کدام از این مدل‌ها بر ابعاد خاصی از توسعه فن آوری و نوآوری تمرکز دارند و متناسب با مقتضیات زمانی و مکانی و جهت هدف خاصی مطرح شده و کاربرد داشته‌اند. [۱] شاخص‌های این ارزیابی انواع مختلفی داشته و مصادیق آن با توجه به موضوع متفاوت می‌باشد. تعدادی از این شاخص‌ها عبارتند از تعداد اختراعات و پتنت‌های ثبت شده داخلی و بین‌المللی، میزان هزینه‌های تحقیق و توسعه، میزان و درصد بکارگیری و صادرات محصولات فن آوری و ... [۳]. با الگو برداری از مطالعات انجام شده در ستاد نانو و با توجه به مشابهت‌های این دوحوزه فن آوری، این شاخص‌ها را می‌توان در سه دسته کلی تولید علم، تولید فن آوری و کسب بازار و تولید ثروت مورد بحث قرار داد. [۴]

درخصوص شاخص تولید علم (تعداد مقالات *ISI* و ارجاعات آن) مدنظر قرار گرفته است و چند سالی است کشور براساس این شاخص با کشورهای برتر در این زمینه مقایسه گردیده است. در بخش تولید فن آوری شاخص مناسب

اختراعات (Patents) انتخاب شده است. در بخش تولید ثروت شاخص‌هایی همچون میزان تولید و صادرات پیل سوختی مطرح می‌باشد که با توجه به نوپا بودن این فن آوری در کشورهای هدف، در حال حاضر موضوع بررسی نمی‌باشد.

### معرفی کشورهای هدف

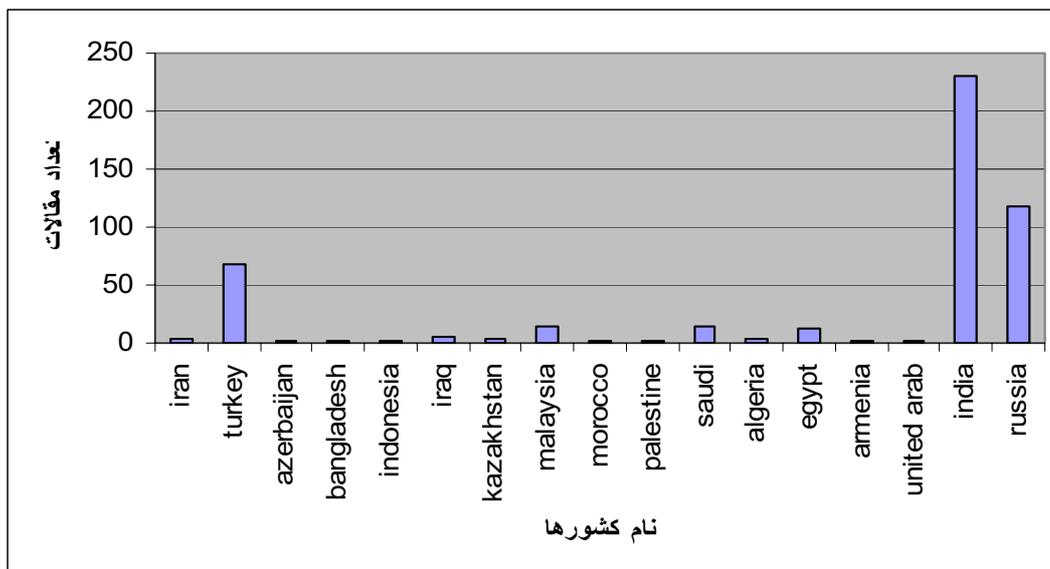
با توجه به چشم انداز ارائه شده در سند ملی توسعه فن آوری پیل سوختی لازم است که ابتدا جایگاه کشورمان ایران را در میان کشورهای اسلامی ارزیابی نماییم. این کشورها عبارتند از: یمن، ازبکستان، امارات متحده عربی، ترکمنستان، ترکیه، عربستان سعودی، قطر، پاکستان، کویت، اردن، عراق، بحرین، آذربایجان، افغانستان، ایران، جمهوری اندونزی، برونئی، بنگلادش، بنین، بورکینافاسو، تاجیکستان، چاد، توگو، تونس، الجزیره، دیبوتی، سودان، سورینام، سیرالئون، سوریه، سنگال، سومالی، عمان، گابن، گامبیا، گینه، گینه بیسائو، فلسطین، قزاقستان، قطر، کاماروس، قرقیزستان، کامرون، لبنان، ساحل عاج، مالدیو، مالی، مالزی، مراکش، موریتانی، نیجر، نیجریه، لیبی. علاوه بر این کشورها، با توجه به وجود دفاتر وابستگی علمی صنعتی سفارت ایران در کشورهای هند و روسیه و امکان انتقال دانش فنی از این کشورها، این دو کشور نیز به جمع کشورهای هدف اضافه گردیدند.

### مقایسه شاخص‌ها

**تعداد مقالات:** در نمودارهای زیر، تعداد مقالات کشور های هدف در دو حوزه هیدروژن و پیل سوختی بررسی گردید و به دلیل ارائه بهتر نمودارها از ارائه آمار مربوط به کشورهایی که هیچ مقاله‌ای در این خصوص نداشتند، خودداری گردید. لذا از این پس در این مقاله، کشورهای پیشرو به کشورهایی که انتشارات علمی در این خصوص ارائه کرده اند، اطلاق می‌گردد.

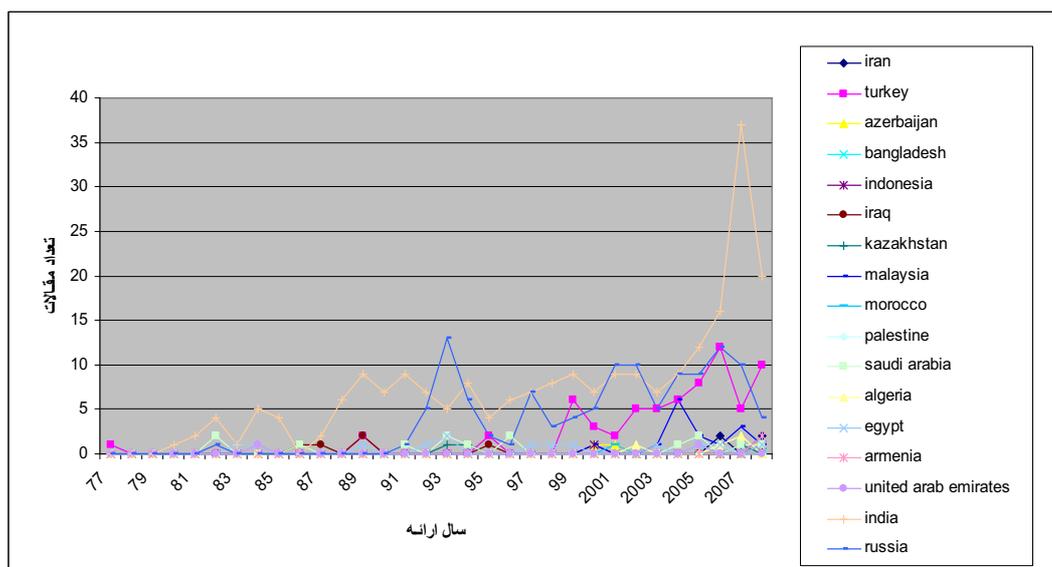
**تعداد مقالات در حوزه هیدروژن:** در این بخش، مقالات ارائه شده در حوزه فن آوری پیل سوختی در کشورهای هدف مورد بررسی قرار گرفت و کشورهای ایران، ترکیه، آذربایجان، بنگلادش، اندونزی، عراق، قزاقستان، مالزی، مراکش، فلسطین، عربستان سعودی، الجزیره، مصر، ارمنستان، امارات متحده عربی، هند و روسیه به عنوان کشورهای پیشرو شناسایی گردیدند.

همان‌گونه که از نمودار زیر مشخص می‌گردد کشور هند با بیش از ۲۳۰ مقاله در مبحث هیدروژن در صدر جدول قرار گرفته است و کشور ترکیه نیز با ۶۷ مقاله بالاترین رتبه را در میان کشورهای اسلامی اخذ نموده است. کشورما در این خصوص ۴ عنوان مقاله ارائه نموده است و حائز رتبه هشتم بین کشورهای پیشرو و رتبه ششم بین کشورهای اسلامی در این مقوله شده است.



شکل (۱): تعداد مقالات کشورهای پیشرو در بحث هیدروژن

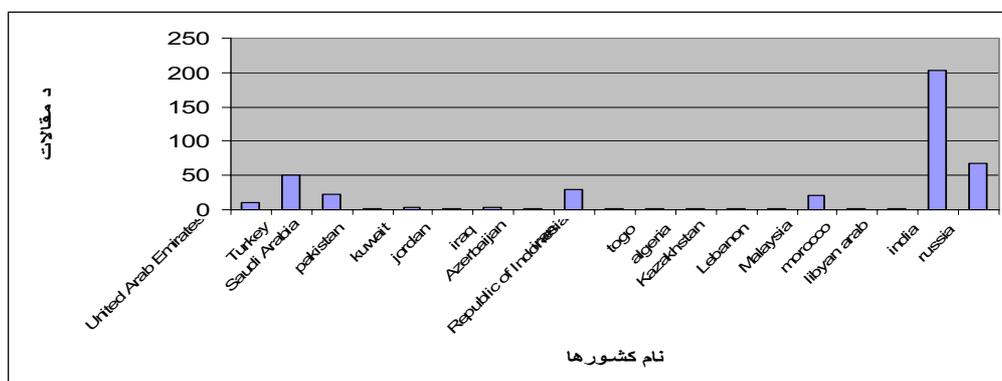
به منظور بررسی روند ارائه مقالات در کشورهای پیشرو، تعداد مقالات ارائه شده در خلال سال‌های ۱۹۷۷ تا ۲۰۰۸ در این کشورها بررسی گردید که در نمودار زیر این روند در کشورهای پیشرو به نمایش گذاشته شده است.



شکل (۲): روند رشد انتشار مقالات کشورهای پیشرو در بحث هیدروژن

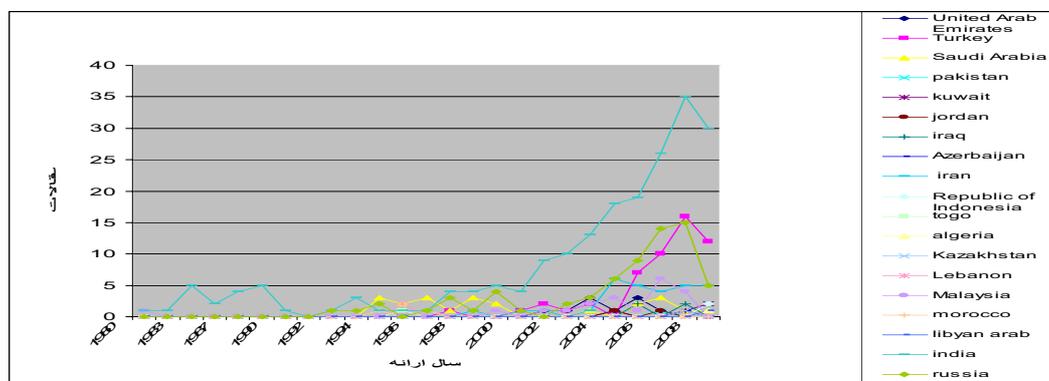
تعداد مقالات در حوزه فن آوری پیل سوختی: در این بخش نیز مقالات ارائه شده در حوزه فن آوری پیل سوختی در کشورهای هدف مورد بررسی قرار گرفت و کشورهای ایران، ترکیه، آذربایجان، عراق، قزاقستان، مالزی، مراکش، عربستان سعودی، الجزایر، پاکستان، کویت، اردن، اندونزی، توگو، لبنان، لیبی، امارات، هند و روسیه شناسایی گردید.

همان گونه که در نمودار زیر ارائه شده است در حوزه پیل سوختی کشور هند با ۲۰۳ عنوان مقاله رتبه اول و کشور ترکیه با ۵۱۱ عنوان مقاله در بین کشورهای اسلامی رتبه برتر را به خود اختصاص داده‌اند. در این میان کشورمان با ۲۹ عنوان مقاله جایگاه دوم را در کشورهای اسلامی و چهارم در کشورهای پیشرو به خود اختصاص داده است.



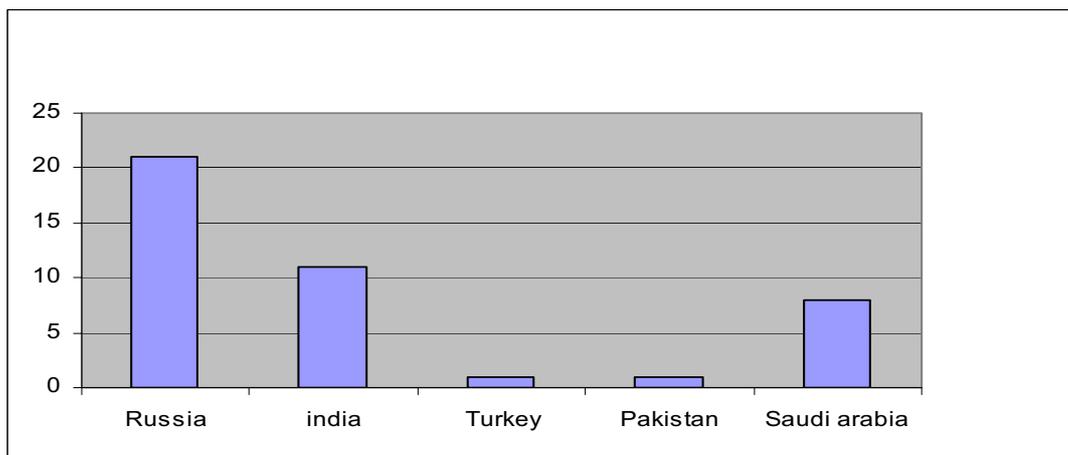
شکل (۳): تعداد مقالات کشورهای پیشرو در بحث پیل سوختی

در ادامه بررسی و به منظور ارزیابی روند رشد ارائه مقالات در کشورهای هدف و بررسی جایگاه کشورمان در این ارزیابی، تعداد مقالات ارائه شده در خلال سالهای ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۸ مورد بررسی قرار گرفته است. این نمودار مبین روند رشد انتشار مقالات علمی در حوزه فن آوری پیل سوختی در بین کشورهای مورد مطالعه می‌باشد.



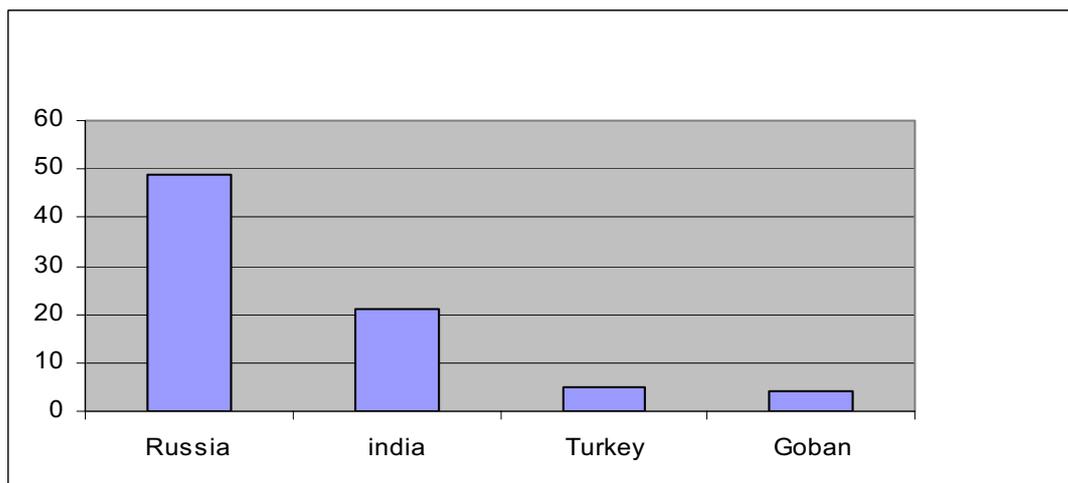
شکل (۴): روند رشد انتشار مقالات کشورهای پیشرو در بحث پیل سوختی

**تعداد ثبت اختراعات:** همانگونه که از نمودارهای زیر مشخص می‌گردد کشورمان در حیطه کشورهای پیشرو در زمینه ثبت اختراعات در موضوع هیدروژن و پیل سوختی به شمار نمی‌رود. درحوزه هیدروژن کشور عربستان از میان کشورهای اسلامی و کشور روسیه در کشورهای پیشرو رتبه برتر را به خود اختصاص داده اند.



شکل (۵): تعداد اختراعات ثبت شده کشورهای پیشرو در زمینه هیدروژن

در حوزه فن‌آوری پیل سوختی نیز کشور روسیه از بین کشورهای هدف و کشور ترکیه از میان کشورهای اسلامی حائز رتبه برتر می‌باشند.



شکل (۶): تعداد اختراعات ثبت شده کشورهای پیشرو در زمینه پیل سوختی

## جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

به منظور یافتن جایگاه علمی کشورمان در حوزه فن آوری هیدروژن و پیل سوختی در منطقه و با هدف تعیین فاصله موجود تا چشم انداز سند، به تحقیق در زمینه انتشارات علم و فن آوری در خلال سال‌های ابتدایی تکامل این فن آوری تا کنون پرداختیم. نتیجه این تحقیق در بین کشورهای اسلامی و پیشرو بررسی شده و به شرح ذیل می‌باشد.

کشورمان در زمینه انتشار مقالات علمی در حوزه هیدروژن، حائز رتبه هشتم بین کشورهای پیشرو و رتبه ششم بین کشورهای اسلامی شده است. همچنین در زمینه انتشار مقالات علمی در حوزه پیل سوختی جایگاه دوم را در کشورهای اسلامی و چهارم در کشورهای پیشرو به خود اختصاص داده است. از طرفی کشورمان بدلیل عدم ثبت اختراعات در موضوع هیدروژن و پیل سوختی رتبه ای را در بین کشورهای پیشرو اخذ نموده است.

در این بین، رقیب اصلی کشورمان در کشورهای اسلامی، کشور ترکیه می‌باشد و با توجه به نمودارهای روند رشد، رشد این فن آوری در کشور مذکور نیز از برتری قابل توجهی نسبت به ایران برخوردار است. لذا به منظور نیل به جایگاه برتر منطقه، لازم است تا افزایش انتشارات علمی به صورت مستمر و پر تعداد در سال‌های آتی مد نظر قرار گیرد. ضمناً نمودارها نشان می‌دهند که کشورهای هند و روسیه از نقطه نظر انتشارات علم و فن آوری حائز جایگاه برتر نسبت به کشورمان می‌باشند و در صورت داشتن سایر مزایای انتقال فن آوری، مراجع مناسبی جهت انتقال فن آوری به کشورمان محسوب می‌شوند.

نکته مورد توجه دیگر لزوم ادامه تحقیقاتی از این دست با وسعت بیشتر در زمینه بررسی سایر شاخص‌ها، تکمیل آمار موجود در کشور و انتشار آن به منظور استفاده تصمیم‌گیران و تشویق متخصصان به مشارکت بیشتر در این خصوص می‌باشد.

## منابع

- [۱] فرقانی، علی، "ارزیابی نظام توسعه فن آوری در ایران در راستای تحقق چشم انداز ۱۴۰۴"، سومین کنفرانس مدیریت تکنولوژی ایران، ۲۲-۲۴ مهر ۸۷.
- [۲] مطالعات امکان سنجی-تحلیل جذابیت پیل سوختی و تدوین استراتژی توسعه فن آوری آن در کشور، ۱۳۸۴.
- [۳] سند راهبرد ملی توسعه فن آوری پیل سوختی در کشور، ۱۳۸۶.
- [۴] گزارشات کارگروه تحلیل و پیمایش دبیرخانه ستاد ویژه فن آوری نانو، ۱۳۸۷.

[5] [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

[6] [www.engineeringvillage2.org](http://www.engineeringvillage2.org)

[7] [www.freepatentsonline.com](http://www.freepatentsonline.com)

[8] <http://ep.espacenet.com>

[9] <http://patft.uspto.gov>