روند پیشرفت فناوری هیدرات گازی: تحلیل اسناد ثبت اختراع

الناز پاشایی‌مرنی*، سیدکامران باقری، مرتضی رضاپور، مریم رشتچی، مریم توکل‌مقدم

تهران، پژوهشگاه صنعت نفت، واحد مالکیت فکری

پیام‌نگار: **epashaei@yahoo.com**

چکیده

هیدرات گاز طبیعی ترکیب کریستالی جامدی است که از واکنش آب و گاز به وجود می‌آید و جزو خانواده کلاتریت‌ها محسوب می‌شود. هر چند از زمان کشف هیدرات‌های گازی حدود ۲۰۰ سال می‌گذرد اما تنها کمتر از ۵۰ سال است که وجود منابع هیدرات گاز طبیعی در اعماق دریا و نواحی منجمد اقیانوس‌ها به اثبات رسیده است. از اواسط دهه ۷۰ با کشف حجم وسیع این منابع در جهان و با توجه به کاهش منابع سوخت‌های فسیلی و افزایش قیمت آن‌ها، تلاش‌های بسیاری درجهت استخراج و تولید گاز طبیعی از این منابع آغاز شد. از این رو برنامه‌های دولتی پژوهش و توسعه، به ویژه در کشورهایی که دارای تقاضای انرژی زیاد و منابع محدود هستند، شکل گرفت. از سوی دیگر انسداد لوله‌ها و مجاری در مرحله تولید و انتقال گاز به دلیل تشکیل هیدرات باعث شد که پژوهش‌های موازی دیگری نیز برای حل این مشکل صورت گیرد. امروزه پژوهش بر روی هیدرات در حوزه‌های متعددی مورد توجه قرار گرفته‌است و شرکت‌های متعددی در این حوزه‌ها به پژوهش می‌پردازند.

در این مقاله جهت بررسی روند پیشرفت هیدرات و سیاست‌گذاری پژوهشی بهتر در زمینه این فناوری، اسناد اختراع ثبت شده در ارتباط با این فناوری (شامل ممانعت از تشکیل هیدرات، تولید هیدرات، تجزیه هیدرات و بازیابی گاز، استخراج گاز از منابع هیدرات موجود و برخی کاربردهای آن)، جستجو، جمع‌آوری و تحلیل شده است. نتایج این پژوهش نکات ارزشمندی از جهت‌گیری‌های پژوهشی در این حوزه را نمایان ساخته که می‌تواند برای تمامی برنامه‌ریزان پژوهش و فناوری و همچنین پژوهشگران کشور در ارتباط با این فناوری مفید باشد.

کلمات کلیدی: هیدرات، گاز طبیعی، هوشمندی فناوری، تحلیل اطلاعات اسناد ثبت اختراع

۱- مقدمه

هیدرات گاز طبیعی ترکیب کریستالی جامدی است که از ترکیب آب و گاز به وجود می‌آید و جزء خانواده کلاتریت‌ها محسوب می‌شود [۱]. واژه کلاتریت از کلمه‌ی یونانی کلاترون[1] به معنی سد یا مانع گرفته شده است. در ساختار کلاتریت‌ها اتم‌های کوچک یا مولکول‌های مهمان[2] به صورت فیزیکی درون حفرات شبکه میزبان[3] که از طریق پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های میزبان به وجود آمده‌اند، به تله می‌افتند. وقتی مولکول مهمان، گاز، و مولکول میزبان، آب باشد، کلاتریت تشکیل شده هیدرات گازی نامیده می‌شود [۲]. همفری دیوی[4]، نخستین کسی بود که در سال ۱۸۱۱ در هنگام آزمایش سرد کردن یک محلول آبی اشباع کلر در دمای

1. Khlatron
2. Guest
3. Host
4. Humphrey Davy

www.SID.ir

F°۴۰- متوجه تشکیل هیدرات کلر شد. از سال ۱۹۳۴ به بعد پژوهش در زمینه هیدرات به سوی یافتن روش‌هایی برای جلوگیری از تشکیل این پدیده در خطوط انتقال گاز سوق یافت. در آن زمان، هامراشمیت[1] دریافت که گرفتگی خطوط انتقال لوله‌های انتقال گاز به دلیل تشکیل هیدرات است و نه یخزدگی. در حقیقت گازهای سبک همچون متان یا اتان که در محصولات نفتی وجود دارند به سادگی تشکیل هیدرات می‌دهند. ذخیره‌سازی و انتقال گاز طبیعی به روش هیدرات در سال ۱۹۴۲ توسط بنش[2] برای نخستین بار مطرح شده است [۱]. هیدرات‌های گاز کاربردهای متنوع دیگری نیز پیدا کرده‌اند. این ساختارها را می توان در فرایندهای جداسازی نیز به کاربرد. اصول این کار بر این پایه استوار است که صرفاً تعداد معدودی از ترکیبات، تشکیل هیدرات‌های گازی می‌دهند لذا اگر بخواهیم ماده‌ای را از مخلوطی، شامل مواد غیرقابل تشکیل هیدرات جدا کنیم، استفاده از ویژگی تشکیل هیدرات به عنوان یک روش تلقی می‌شود. برای نمونه می‌توان به غلیظ‌سازی جریان‌های غنی از آب، تهیه آب آشامیدنی از آب دریا و یا جداسازی جریان‌های گازی مانند شیرین‌سازی گاز طبیعی اشاره کرد [۳و۲]. نخستین بار برر[3] و رزیکا[4] با استفاده از تشکیل هیدرات اقدام به جداسازی مخلوط‌های گازی کردند [۴].

پس از آن که در دهۀ ۶۰ میلادی برای نخستین بار وجود منابع هیدرات گاز طبیعی توسط ماکوگون به اثبات رسید، چگونگی استخراج و تولید گاز از این منابع به یک چالش بزرگ پژوهشی تبدیل شد. کشورهای متعددی از جمله آمریکا، ژاپن، هند، چین، کره و دیگر کشورها، دارای برنامه‌های ملی برای مطالعه و تولید صنعتی گاز طبیعی از منابع هیدرات می‌باشند که اهم این برنامه‌ها به قرار جدول (۱) است.

علاوه بر این در دانشگاه‌های بسیاری از کشورها مطالعات جدی بر روی هیدرات‌های گازی صورت گرفته است [۵]. در ایران نیز در ذیل نقشه راه فناوری شرکت ملی گاز ایران طرحی پژوهشی در حوزه فناوری هیدرات شکل گرفته است [۶]. اما با توجه به گستردگی زمینه های پژوهشی فناوری هیدرات، ورود جدی و اثربخش در این حوزه نیازمند هوشمندی فناوری است.

1. Hamrerschmidt
2. Bensh
3. Barrer
4. Ruzicka

جدول ۱- اهم برنامه‌های پژوهش و توسعه در زمینه توسعه فناوری هیدرات[۵]

سال	عنوان برنامه پژوهش و توسعه	هزینه انجام شده برحسب میلیون دلار
۱۹۸۲	آغاز اولین برنامه تحقیق و توسعه هیدرات گاز طبیعی در آمریکا	۸
۱۹۹۵	آغاز اولین برنامه تحقیق و توسعه هیدرات گاز طبیعی در ژاپن	۱۰
۱۹۹۶	آغاز اولین برنامه تحقیق و توسعه هیدرات گاز طبیعی در هند	۵
۱۹۹۹	آغاز اولین برنامه تحقیق و توسعه هیدرات گاز طبیعی در کره	۸
۲۰۰۱	آغاز دومین برنامه تحقیق و توسعه هیدرات گاز طبیعی در ژاپن	۲۰۰
۲۰۰۱	آغاز دومین برنامه تحقیق و توسعه هیدرات گاز طبیعی در آمریکا	۵۰
۲۰۰۴	آغاز برنامه تحقیق و توسعه هیدرات گاز طبیعی در چین	۵۰
۲۰۰۴	آغاز دومین برنامه تحقیق و توسعه هیدرات گاز طبیعی در هند	۱۸
۲۰۰۵	آغاز دومین برنامه تحقیق و توسعه هیدرات گاز طبیعی در کره	۸۳
۲۰۰۵	آغاز سومین برنامه تحقیق و توسعه هیدرات گاز طبیعی در آمریکا	۱۵۵

فرایند هوشمندی فناوری[5] به فعالیت‌هایی گفته می‌شود که شرکت‌ها و سازمان‌ها را قادر به شناسایی فرصت‌ها و تهدیدها در زمینه یک فناوری مشخص می‌کند و بدین واسطه می‌تواند ضامن رشد یا بقای فعالیت تجاری آن‌ها در آینده باشد. شرکت‌ها از راه هوشمندی فناوری، اطلاعات فنی مورد نیاز را به منظور برنامه‌ریزی راهبردی و تصمیم‌گیری، کسب و منتقل می‌کنند [۷].

همان‌گونه که پیشتر اشاره شد، رشد روزافزون پژوهش‌های مرتبط با فناوری هیدرات در سراسر جهان، پایش هوشمندانه فناوری را به عنوان پیش‌نیازی جدی برای دستیابی به فناوری‌های مورد نیاز در

5. Technology Intelligence

Archive of SID

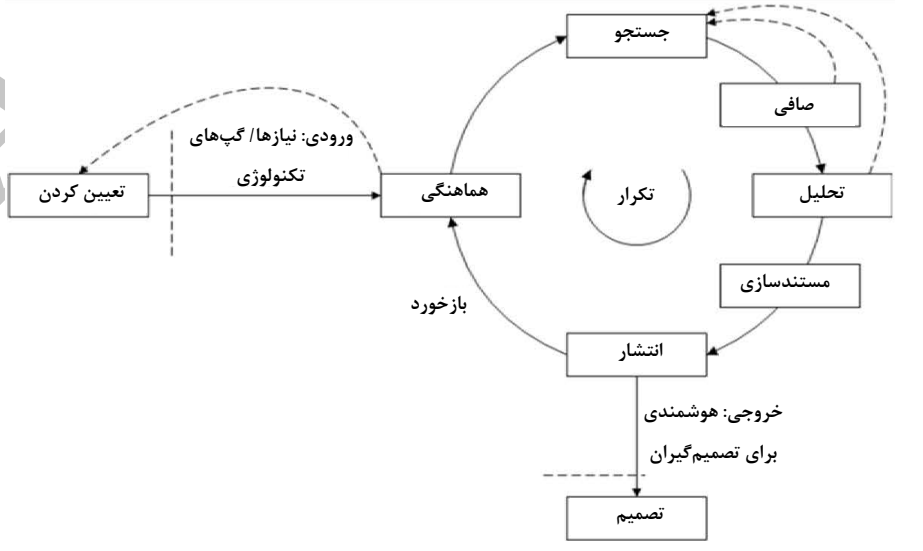
www.

این زمینه می‌طلبد. در هوشمندی فناوری برای رصد حوزه‌های مختلف هدف و تحولات آن‌ها، شاخص‌های ویژه‌ای مورد توجه قرار می‌گیرند که در جدول (۲) به برخی از آن‌ها اشاره شده است.

جدول ۲- حوزه‌ها و شاخص‌های هوشمندی فناوری [۸]

حوزه‌های هدف هوشمندی فناوری	شاخص‌ها
تولید علم	تعداد مقالات علمی بین‌المللی تعداد ارجاع به مقالات علمی منتشر شده
تولید فناوری	تعداد اختراعات ثبت شده در دفاتر ثبت بین‌المللی
صنعت (تولید ثروت)	تعداد شرکت‌های فعال در حوزه‌های مختلف فناوری هیدرات میزان سرمایه‌گذاری بخش خصوصی میزان تولیدات فناوری هیدرات ارزش افزوده محصولات هیدرات میزان صادرات فناوری هیدرات

لازم به ذکر است که نخستین مرحله پیاده‌سازی فرایند هوشمندی فناوری، شناسایی ذینفعان یا مخاطبان و متعاقباً، شناسایی نیازهای اطلاعاتی آن‌هاست [۹]. مدل‌های گوناگونی برای نمایش دادن فرایند تبدیل داده‌های خام به داده‌های پردازش و تحلیل شده در چرخه هوشمندی برای تصمیم‌گیران وجود دارد. یکی از این مدل‌ها، در سال ۲۰۰۶ مطابق با شکل (۱) ارائه شده است [۱۰]. بر پایه این مدل، ورودی (نیازها یا درخواست‌ها) از جانب متقاضیان هوشمندی دریافت می‌شود و سپس تلاش‌های هوشمندی فناوری مورد نیاز برای پرکردن خلاهای موجود در زمینه آن فناوری خاص، هماهنگ می‌گردد. پس از هماهنگی فعّالیت‌ها، جستجو آغاز می‌گردد و بعد از آن فاز غربال‌گری پیاده می‌شود. در این مرحله اطلاعات از نظر میزان ارتباط مورد بررسی قرار می‌گیرند و در صورت عدم ارتباط به فاز جستجو بازگردانده می‌شوند. غربال‌گری در مرحله تحلیل نیز ادامه می‌یابد. مرحله تحلیل یکی از حساس‌ترین مراحل و در عمل، قلب هوشمند فناوری به حساب می‌آید، زیرا تفسیر اطلاعات و گزارش میزان ارتباط آن‌ها به بافت خاص سازمان و درخواست‌های تأمین هوشمندی را شامل می‌شود. گام بعدی، پس از تکمیل این مرحله، مستندسازی است. در این فاز گزارش‌های لازم که محتوی اطلاعات هوشمند است تهیه و دانش جدیدی را درون حافظه سازمانی شکل می‌دهد. این مرحله ذخیره اطلاعات و مدیریت دانش برای دسترسی و بازیابی آن‌ها را دربرمی‌گیرد و در نهایت فاز آخر چرخه، انتشار است. این مرحله مکانیسمی است که به مشتریان هوشمند امکان می‌دهد از هوشمندی‌های جدید و روزآمد استفاده کنند.



شکل ۱- چرخهٔ هوشمندی فناوری

www.SID.ir

بررسی اسناد ثبت اختراعات و اطلاعات مندرج در آن‌ها بخش بسیار مهم هوشمندی فناوری (به ویژه در زمینه بررسی روند جهانی و عملکرد رقبا) به شمار می‌آیند [۱۲و۱۱]. اطلاعاتی که در اسناد ثبت اختراع گردآوری و دسته‌بندی شده‌اند، با تقریب خوبی بیانگر وضعیت فناوری حوزه موردنظر در سطح جهانی است و با تحلیل این اسناد می‌توان به اطلاعات راهبردی، رقابتی و فنی لازم جهت تنظیم برنامه بلندمدت و استفاده از آن‌ها در صنایع مختلف دست پیدا کرد. هدف از تحلیل اسناد ثبت اختراع در قالب هوشمندی رقابتی، کاهش ریسک انجام پژوهش است که در همه جای دنیا کاری بسیار پرهزینه و گران‌قیمت به شمار می‌رود. این ریسک فراوان به دلیل انجام پژوهش در مرزهای دانش و در حوزه فناوری‌هایی است که بیشتر در مرحله طفولیت چرخه عمر خود به سر می‌برند و همین امر عدم قطعیت و ریسک نهفته در پروژه‌های پژوهشی را به شدت افزایش می‌دهد. ترکیب این ریسک و عدم قطعیت با هزینه‌بری فراوان، خطر شکست پروژه‌های پژوهشی را زیاد می‌کند. لذا سیاست‌گذاری صحیح و انتخاب هوشمندانه پروژه‌های پژوهشی (در قالب جهت‌گیری‌های بلند مدت)، تنها گزینه ممکن برای کاهش احتمال شکست است. بی‌شک هوشمندی فناوری بر پایه اطلاعات موجود در اسناد ثبت اختراع می‌تواند از جمله مهم‌ترین گام‌ها در راه سیاست‌گذاری صحیح و انتخاب هوشمندانه پروژه‌های پژوهشی باشد [۱۳].

با تحلیل اطلاعات موجود در اسناد ثبت اختراع، می‌توان به نقاط تمرکز پژوهش شرکت های پیشتاز و صاحب فناوری در زمینه‌های گوناگون پی برد و روند حرکتی آینده آن‌ها را برآورد کرد. سپس با ترازیابی[1] از روند حرکتی شرکت‌های پیشتاز، می‌توان به اطلاعات دقیق و قابل اطمینانی از روند آینده تحولات فناوری و جایگاه نسبی شرکت‌های مختلف در آن دست یافت.

همچنین با تحلیل اطلاعات موجود در اسناد ثبت اختراع، می‌توان به اطلاعات بسیار ارزشمندی در مورد عمق فعالیت‌های پژوهشی و جهت‌گیری آینده شرکت‌های معتبر جهانی پی برد. اطلاعاتی که بسیار دقیقتر و معتبرتر از اطلاعات منعکس شده در بروشورهای معرفی و تبلیغاتی این شرکت‌ها است. لذا انتخاب شرکای راهبردی از این روش، با اطمینان و شناخت بیشتر (و با توجه به مسیر حرکت آینده و اهداف بلندمدت) صورت می‌گیرد.

1. Benchmarking

از سوی دیگر، ثبت اختراع در یک کشور، با توجه به هزینه‌های زیاد ثبت اختراع، به نوعی نشان‌دهندهٔ بازار هدف برای آن فناوری است. بنابراین با ارزیابی و تحلیل اطلاعات اختراعات ثبت شده در زمینه هر فناوری حتی می‌توان به برنامه‌های شرکت‌ها برای تجاری‌سازی آن فناوری تا اندازه‌ای پی برد. همین امر به تصمیم‌گیری بهتر در سیاست‌گذاری و سرمایه‌گذاری در بخش پژوهش و توسعه فناوری مورد نظر کمک فراوانی می‌کند [۱۴].

این مقاله، برگرفته از پروژه‌ای پژوهشی است که در آن استخراج و تحلیل تمامی اسناد ثبت اختراع مرتبط با فناوری هیدرات و کاربردهای آن به منظور بهره‌گیری هرچه بهتر از این فناوری در مراکز پژوهشی مورد نظر بوده است. به عبارت دیگر در پژوهشی که بخشی از نتایج آن در این مقاله منعکس شده است، هوشمندی فناوری در حوزه هیدرات و کاربردهای آن به پشتوانه جستجو و تحلیل اطلاعات مندرج در اسناد تبت اختراع انجام شده است.

۲- روش پژوهش

در این پژوهش ابتدا زمینه‌های مختلف مرتبط با فناوری هیدرات از راه مطالعه تاریخچه پژوهش صورت‌گرفته در زمینه فناوری هیدرات از زمان کشف تا بکارگیری آن در صنایع [۲]، جستجو در مقالات، اسناد ثبت اختراع، کتاب‌ها و همچنین مشورت با متخصصان فناوری هیدرات طبقه‌بندی شده‌اند. سپس طبقه‌بندی حاصله مورد تایید تیم خبرگان فنی و پژوهشی هیدرات گازی پژوهشگاه صنعت نفت قرار گرفت[2]. طبقه‌بندی نهایی در جدول (۳) به نمایش درآمده است. برای گردآوری اسناد ثبت اختراع مرتبط با فناوری هیدرات گازی، جستجوی دقیقی در پایگاه بانک اطلاعاتی پاتنت QPAT صورت گرفت. لازم به ذکر است که این بانک اطلاعاتی اینترنتی اطلاعات اختراعات ۹۵ کشور را شامل می‌شود. به این منظور، انتخاب کلیدواژه‌های تخصصی، دقیق و صحیح در چنین جستجویی، اهمیت دو چندانی دارد و حتی می‌تواند در سایر مراحل آماده‌سازی مقدمات جستجو نظیر تعیین کدهای طبقه‌بندی استاندارد پاتنت[3] (IPC) صحیح نیز بسیار تعیین‌کننده باشد. در گام نخست، با بررسی اسناد منتشر شده در حوزه‌های مختلف فناوری هیدرات، کلیدواژه‌های

۲. در این پژوهش با توجه به نیازهای ذینفعان پژوهش، از تعدادی از کاربردهای این فنّاوری همچون استفاده از فنّاوری هیدرات گازی در پیک‌سائی، استفاده به عنوان سوخت وسایل نقلیه و فرایندهای سردسازی صرف‌نظر شده است.

3. International Patent Classification

Archive of SID
www.

تخصصی مربوطه تعیین گردید. سپس با بکارگیری این کلیدواژه‌ها کدهای طبقه‌بندی استاندارد پاتنت استخراج شد.

جدول ۳- طبقه‌بندی زمینه‌های مختلف فناوری هیدرات

	حوزه فناوری	
۱	جلوگیری از تشکیل هیدرات	در انتقال، استخراج و ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شامل ترکیبات بازدارنده تشکیل هیدرات
۲	تولید هیدرات	بهینه‌سازی و تسریع فرایند تولید هیدرات
۳	بازیابی گاز از هیدرات	تجزیه‌ی هیدرات و بازیابی گاز
۴	استخراج گاز از منابع هیدرات	از مخازن گازی موجود، از مخازن مصنوعی و از بستر دریا
۵	کاربردهای هیدرات	ذخیره‌سازی هیدرات گازی، انتقال هیدرات گازی، نمک‌زدایی از آب، شیرین‌سازی گاز، سوخت معادل در پیک‌سایی مصرف گاز نیروگاه‌ها، سوخت وسایل نقلیه وغیره

سپس با بکارگیری عبارات جستجو (ترکیب کلیدواژه‌ها، کدهای طبقه‌بندی استاندارد ثبت اختراع، اسامی شرکت‌ها و مخترعین سرشناس در این حوزه فناوری) اسناد ثبت اختراع بازیابی گردید. برای افزایش دقت جستجوی بعمل آمده (و برای مثال برای یافتن اختراعات قدیمی ثبت شده) منابع مورد ارجاع در اسناد یافت شده مجدداً جستجو گردید. دست آخر برای حصول اطمینان از بازیابی تمامی اسناد اختراعات مرتبط با کمترین میزان خطا، از دیگر بانک‌های اطلاعاتی اسناد ثبت اختراع نیز در جستجو استفاده شد.

پس از آن با مطالعه تک‌تک اسناد ثبت اختراع، غربال‌گری بر پایه ارتباط موضوعی و حذف موارد تکراری انجام شد. لازم به ذکر است که طبقه‌بندی یا گروه‌بندی اسناد ثبت اختراع در هریک از حوزه‌های مورد پژوهش، هم در مرحله اول جستجو و هم در مرحله غربال‌گری، صورت گرفت. از مجموع حدود ۴۵۰۰ سند اختراع بازیابی شده در مرحله نخست، تعداد ۱۴۶۰ اختراع پس از مرحله غربال‌گری برای تحلیل آخر باقی ماند. نمایی از فرایند جستجو، بازیابی و غربال‌گری اسناد ثبت اختراع در این پژوهش در شکل (۲) آمده است.

۳- نتایج و بحث و بررسی

بر پایه نتایج این پژوهش، تا تاریخ ۱۳۹۰/۰۴/۰۱ در مجموع تعداد ۱۳۹۸ اختراع مرتبط با حوزه‌های مختلف فناوری هیدرات در ۷۳ کشور در سراسر دنیا به ثبت رسیده است. تحلیل اطلاعات به دست آمده در این پژوهش نکات مهمی را برای سیاست‌گذاری پژوهشی در زمینه فناوری هیدرات آشکار می‌سازد. در ادامه چکیده‌ای از تحلیل‌های راهبردی برگرفته از این پژوهش آمده است.

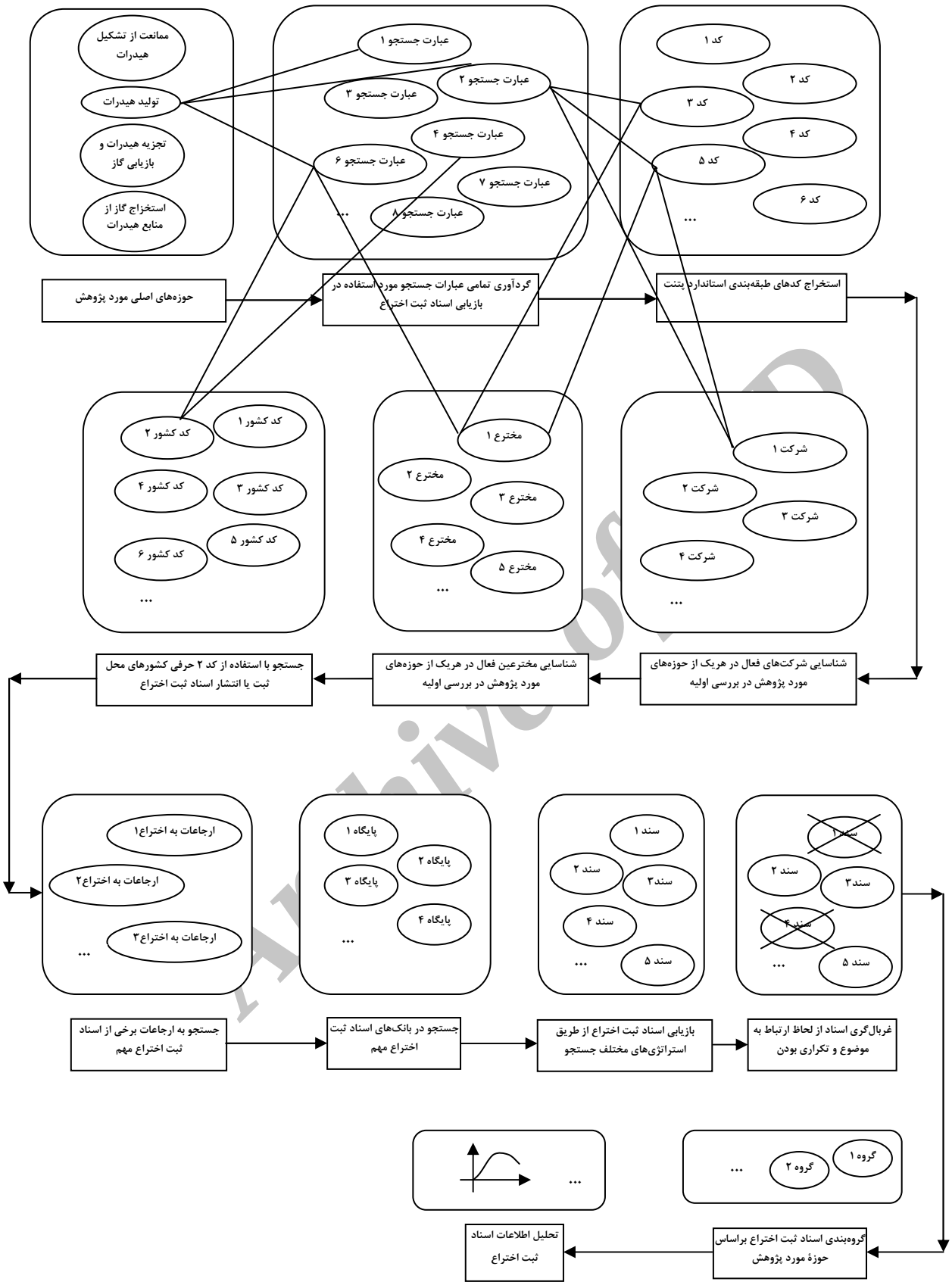
۳-۱ روند زمانی ثبت اختراعات

همان‌گونه که از جدول (۴) برمی‌آید، بیشترین تعداد اختراعات مرتبط با فناوری هیدرات (۴۱۵ مورد) در زمینه "جلوگیری از تشکیل هیدرات" به ثبت رسیده و "بهینه‌سازی فرایند تولید هیدرات" با تعداد ۳۷۶ اختراع در جایگاه دوم قرار دارد. از کاربردهای تشکیل هیدرات (ستون ۵ جدول (۳)) می‌توان به ذخیره‌سازی هیدرات گازی، انتقال هیدرات گازی، نمک‌زدایی از آب و شیرین‌سازی گاز اشاره کرد که تعداد اختراعات مرتبط با هرکدام از این موارد در جدول (۵) آمده است. لازم به ذکر است که برخی کاربردهای ویژهٔ فناوری هیدرات (همچون کاربرد به عنوان سوخت وسایل نقلیه) در حوزه پژوهش موجود نمی‌گنجید و به همین جهت در آمار جدول (۴) منعکس نشده‌اند.

جدول ۴- تعداد اختراعات بازیابی شده در هر یک از حوزه‌های فناوری هیدرات

گروه	حوزه فناوری	تعداد اختراعات
۱	جلوگیری از تشکیل هیدرات	۴۱۵
۲	تولید هیدرات	۳۷۶
۳	بازیابی گاز از هیدرات	۶۶
۴	استخراج گاز از منابع هیدرات	۱۴۴
۵	برخی کاربردهای تشکیل هیدرات	۳۹۷
۷	تعداد کل	۱۳۹۸

www.SID.ir



شکل ۲- فرایند جستجو، بازیابی و غربال‌گری اسناد ثبت اختراع در این پژوهش

توجه به جدول (۵) نشان می‌دهد که از میان چهار زیرگروه کاربردهای تشکیل هیدرات شامل ذخیره‌سازی هیدرات گازی، انتقال هیدرات گازی، نمک‌زدایی از آب و شیرین‌سازی گاز، حوزهٔ نمک‌زدایی با تعداد ۱۶۳ اختراع، جذاب‌ترین حوزه فناوری بوده است.

جدول ۵- تعداد اختراعات بازیابی شده در حوزه برخی کاربردهای تشکیل هیدرات

زیرگروه	حوزه فناوری	تعداد اختراعات
۵-۱	ذخیره‌سازی هیدرات گازی	۹۵
۵-۲	انتقال هیدرات گازی	۷۳
۵-۳	نمک‌زدایی از آب	۱۶۳
۵-۴	شیرین‌سازی گاز	۶۶

شکل (۳) نشان‌دهنده تعداد اختراعات ثبت شده در هر یک از حوزه‌های اصلی فناوری هیدرات بر محور زمان است. همان‌گونه که از شکل (۳) برمی‌آید، میانگین ثبت اختراعات مرتبط با حوزه‌های مختلف فناوری هیدرات از دهه‌ی ۸۰ تا کنون رشد چشمگیری داشته است که می‌توان یکی از دلایل آن را آغاز نخستین برنامه پژوهش و توسعه هیدرات گاز طبیعی در آمریکا در سال ۱۹۸۲ دانست. پس از آن نیز به دنبال تداوم برنامه‌های پژوهشی مختلف و تخصیص بودجه‌های بیشتر، همچنان شاهد سیر صعودی ثبت اختراعات در این فناوری هستیم [۵].

شکل (۳) همچنین نشان می‌دهد که که سیر صعودی در ثبت اختراعات حوزه فناوری "فرایند تولید هیدرات" حدوداً یک دهه پس از حوزه "جلوگیری از تشکیل هیدرات" آغاز شده است. البته با وجود این که در مجموع تعداد اختراعات ثبت شده در حوزه "بهینه‌سازی فرایند تولید هیدرات" از "جلوگیری از تشکیل هیدرات" کمتر است (۳۷۶ در مقایسه با ۴۱۵، جدول (۴)) بیشترین رشد در میان چهار گروه اصلی را به خود اختصاص داده است. حوزه تجزیه‌ی هیدرات و بازیابی گاز با تعداد ۶۶ اختراع در کل تنها حوزه‌ای است که با کاهشی جزئی (یا عملاً عدم رشد) در ثبت اختراعات در دهه (۲۰۰۰-۲۰۱۱) مواجه شده است.

شکل (۴) روند زمانی ثبت اختراعات مربوط به چهار زیر گروه کاربرد تشکیل هیدرات را نشان می‌دهد. این شکل به خوبی موید رشد شدید پژوهش در تمام زیرشاخه‌های فناوری تولید هیدرات است. با این وجود، بر اساس شکل (۴) روند رشد شدید تعداد اختراعات ثبت شده در دو زیرگروه ذخیره‌سازی هیدرات گازی و انتقال هیدرات گازی در دهه اخیر تداوم نداشته است اما دو حوزه دیگر (یعنی نمک‌زدایی از آب و شیرین‌سازی گاز) همچنان به سیر صعودی خود ادامه داده‌اند.

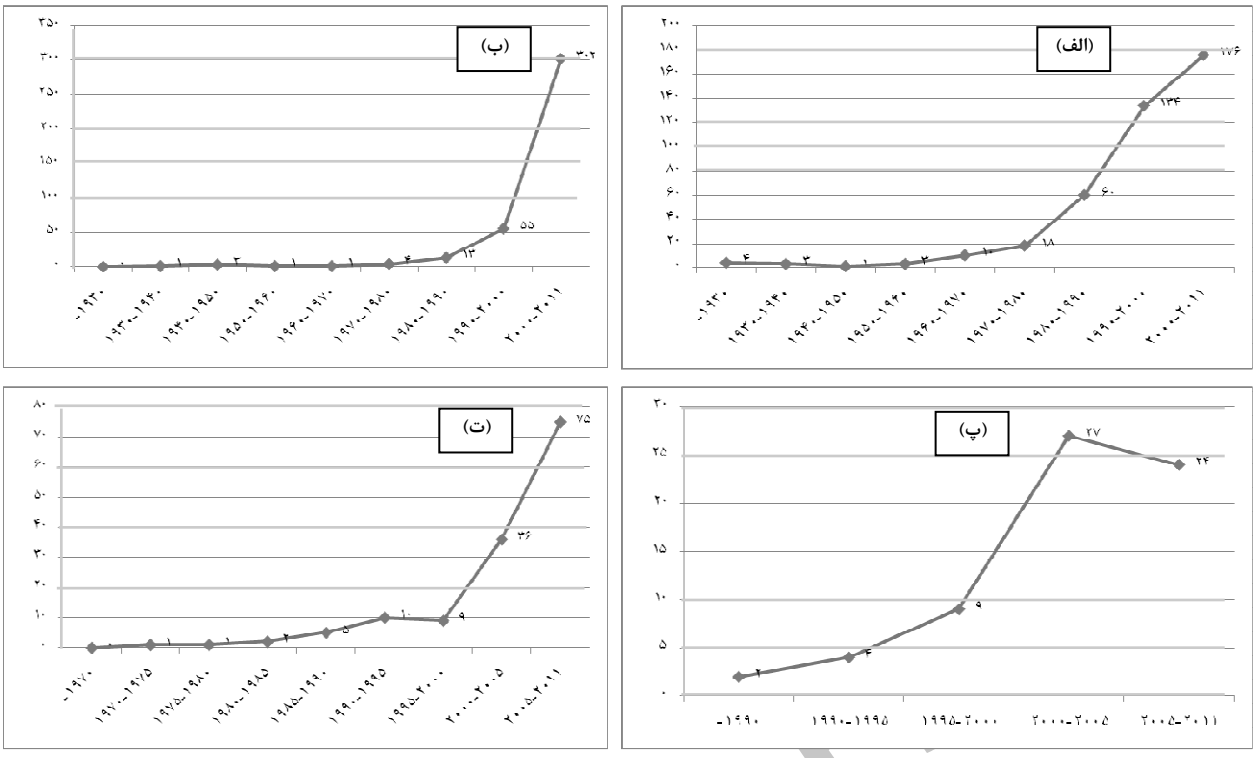
۳-۲ کشورهای دارای بیشترین اختراعات

بررسی آمار صاحبان اختراعات مرتبط با فناوری هیدرات نشان می‌دهد که کشورهای آمریکا، ژاپن، روسیه، کره و چین که شرکت‌های‌شان بیشترین تعداد اختراع را داشته‌اند، پیشروان فناوری هیدرات به شمار می‌روند (شکل (۵)). بررسی دقیق‌تر آشکار می‌سازد که بیشتر این کشورها دارای برنامه‌های ملی گسترده برای پژوهش و تولید صنعتی گاز طبیعی از منابع هیدرات هستند [۱۳].

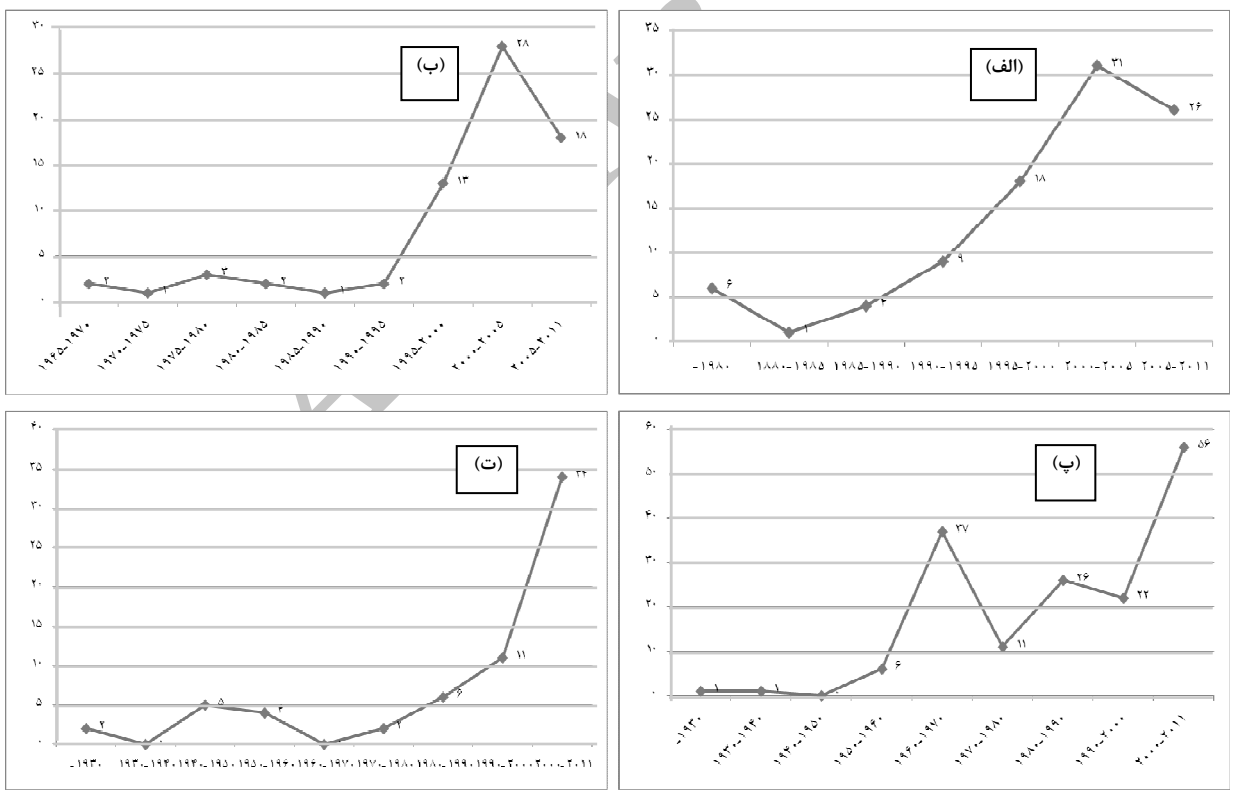
از این میان، آمار اختراعات شرکت‌های ژاپنی و آمریکایی از دیگر کشورها بیشتر است. در حوزه "جلوگیری از تشکیل هیدرات"، آمریکا و شوروی سابق بیشترین تعداد ثبت اختراع را به خود اختصاص داده‌اند که به نوعی نشان‌دهندهٔ اهمیت این موضوع با توجه به حجم ذخایر گازی و شرایط جوی این کشورها و تاثیر آن در ایجاد مشکلات ناشی از تشکیل هیدرات در تاسیسات گازی این کشورها می‌باشد. از سوی دیگر در حوزه فناوری "فرایند تولید هیدرات" شرکت‌های ژاپنی بیشترین آمار اختراع را داشته‌اند. این امر نیز می‌تواند منعکس‌کننده نیاز این کشور به فناوری مذکور با توجه به تقاضای بالا برای انرژی و درعین حال منابع محدود باشد.

Archive of SID

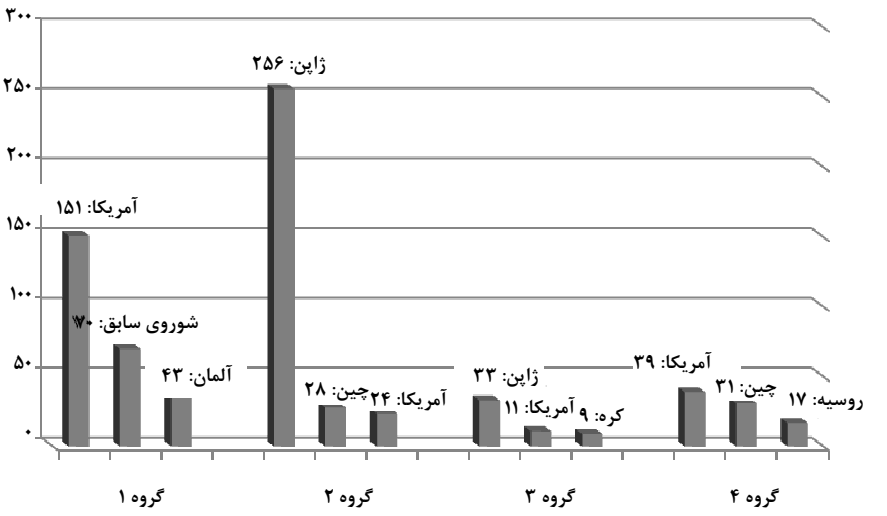
www.SID.ir



شکل ۳- روند زمانی ثبت اختراعات مربوط به (الف) گروه ۱، (ب) گروه ۲، (پ) گروه ۳ و (ت) گروه ۴



شکل ۴- روند زمانی ثبت اختراعات مربوط به (الف) زیرگروه ۵-۱، (ب) زیرگروه ۵-۲، (پ) زیرگروه ۵-۳ و (ت) زیرگروه ۵-۴



شکل ۵- آمار اختراعات کشورهای مختلف به تفکیک هریک از گروه‌های اصلی

۳-۳ گستره جغرافیایی ثبت اختراعات

تصمیم‌گیری برای ثبت اختراع در کشورهای گوناگون معمولاً بر اساس شاخص‌های مختلفی صورت می‌گیرد که از جمله مهم‌ترین آنها بازار بالقوه یا بالفعل فناوری است. به عبارت دیگر صرف هزینه و انرژی فراوان برای ثبت اختراع در یک کشور تنها زمانی توجیه‌پذیر است که بازار مناسبی برای آن فناوری در آن کشور پیش‌بینی شود یا گمان رود که به اتکای ثبت اختراع بتوان فعالیت رقبا را به گونه‌ای محدود کرد.

از سوی دیگر، باید توجه داشت که ثبت اختراع امری سرزمینی است و باید برای حفاظت از اختراع در هر کشور، جداگانه نسبت به ثبت اختراع در آن کشور اقدام کرد. البته در راستای تسهیل در فرایند ثبت اختراعات توافق‌نامه‌ها و معاهده‌های متعددی بین کشورها (نظیر معاهده همکاری پتنت PCT و EPC) به امضا رسیده است. استفاده از این معاهدات برای کشورهای عضو در مقایسه با سیستم سنتی (ثبت جداگانه تقاضانامه‌ها در هر یک از کشورهای هدف) فرصت زمانی بیشتری به متقاضی ثبت اختراع می‌دهد تا نسبت به حفاظت از اختراعش در کشورهای دیگر تصمیم‌گیری کند اما این امر نافی سرزمینی بودن ثبت اختراع نیست. به بیان دیگر، در این گونه نظام‌های ثبت اختراع، تنها بخشی از فرایند ثبت به صورت مشترک انجام می‌شود و در نهایت مراجع ملی ثبت اختراع در تک تک کشورهای انتخاب شده باید در مورد قابلیت ثبت آن تصمیم‌گیری کرده و همچنین باید هزینه‌های جداگانه بابت تک تک آن کشورها پرداخت شود.

با توجه به توضیحات بالا، اطلاع از کشورهای محل ثبت اختراعات می‌تواند حاوی نکات ارزشمندی در مورد بازار فناوری و جهت‌گیری کشورها و شرکت‌ها نسبت به این بازار باشد. نتایج این پژوهش در مورد توزیع جغرافیایی اختراعات ثبت شده مرتبط با فناوری هیدرات در کشورهای گوناگون در جدول (۶) و شکل (۶) آمده است[۱]. با توجه به این که برخی کشورهای جهان (همچون ایران) دارای سامانه مکانیزه و مجهزی برای انتشار اطلاعات اختراعات خود بر روی اینترنت نیستند، اطلاعات اختراعات ثبت شده در این کشورها قابل دسترسی و تحلیل نبوده است. با این وجود، بیشتر کشورهای توسعه‌یافته که به عنوان بازار اصلی برای فناوری‌های نوین و پیشرفته به شمار می‌روند دارای وبگاه انتشار اطلاعات اختراعات هستند و تحلیل اطلاعات مربوط به این کشورها از اهمیت به مراتب بیشتری برخوردار است [۱۳].

۱. البته در تفسیر شکل (۶) باید توجه داشت که مواردی که تشکیل پرونده آن‌ها در اداره ثبت اختراعات اروپا یا از طریق PCT بوده (وهنوز وارد فاز ملی نشده‌اند) در این جدول و تحلیل‌های مربوطه وارد نشده است.

www.SID.ir

جدول ۶- پراکندگی ثبت اختراع در بازارهای هدف

ردیف	کشور	تعداد اختراعات	ردیف	کشور	تعداد اختراعات
۱	ایالت متحده آمریکا	۴۹۲	۱۶	دانمارک	۴۹
۲	ژاپن	۴۸۱	۱۷	مکزیک	۴۲
۳	PCT	۳۰۷	۱۸	اتریش	۳۶
۴	چین	۲۶۰	۱۹	هند	۲۵
۵	EP	۲۰۶	۲۰	نیوزلند	۲۴
۶	کانادا	۱۸۴	۲۱	اسپانیا	۲۱
۷	استرالیا	۱۷۱	۲۲	آفریقای جنوبی	۱۷
۸	نروژ	۱۶۸	۲۳	اسرائیل	۱۴
۹	آلمان	۱۲۹	۲۴	آرژانتین	۱۴
۱۰	شوروی سابق	۱۲۷	۲۵	هلند	۱۲
۱۱	اتحادیه روسیه	۱۱۳	۲۶	تایوان	۱۲
۱۲	انگلیس	۱۰۳	۲۷	ایتالیا	۱۰
۱۳	برزیل	۹۰	۲۸	اندونزی	۱۰
۱۴	کره	۷۱	۲۹	ترکیه	۸
۱۵	فرانسه	۵۷	۳۰	لهستان	۷

همان‌گونه که از جدول (۶) برمی‌آید، بیشترین تعداد اختراعات فناوری هیدرات در کشورهای آمریکا و ژاپن به ثبت رسیده است. آمار بسیار قابل توجه ثبت اختراعات در این کشورها حاکی از آن است که از نظر شرکت‌های فعال در این عرصه، این کشورها مهمترین بازار بالقوه یا بالفعل برای این فناوری به شمار می‌روند و به همین جهت اختراعات مربوطه باید به بهترین شکل در این کشورها حمایت شوند. این نتایج با اطلاعات کسب شده در بخش پیش نیز همخوانی خوبی دارند.

۳-۴ فعال‌ترین شرکت‌ها

بررسی و تحلیل اسناد ثبت اختراع از جمله ابزار قدرتمندی برای شناسایی فعال‌ترین سازمان‌ها و شرکت‌ها در یک حوزه فناوری خاص و همچنین اطلاع از جهت‌گیری‌های پژوهشی و راهبردی آن‌هاست. بررسی و تحلیل اسناد ثبت اختراع فناوری هیدرات نیز نکات مهمی را در مورد شرکت‌های پیشتاز در این حوزه از فناوری نشان می‌دهد. بخشی از این یافته‌ها در شکل‌های (۷) تا (۹) به نمایش درآمده است[1].

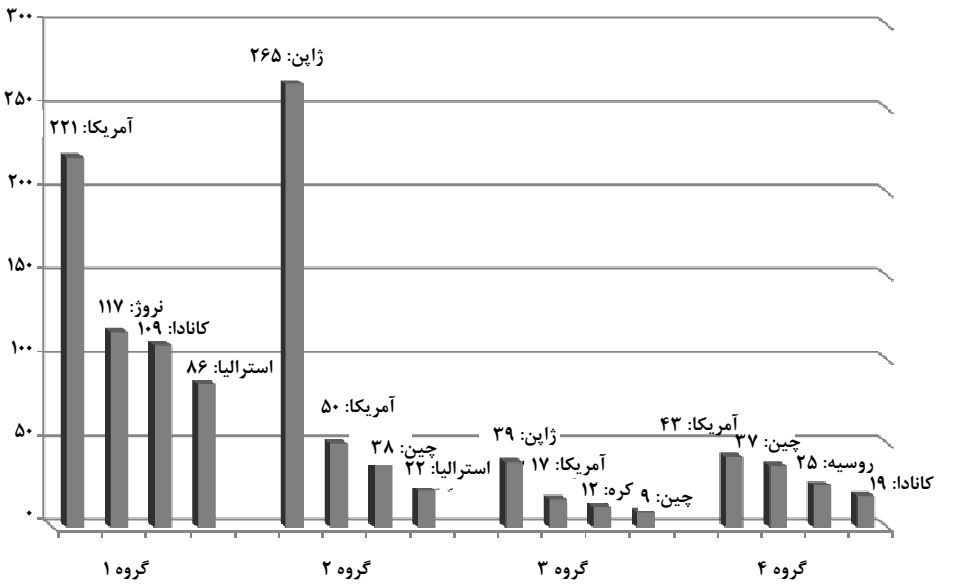
همان‌گونه که از شکل (۷) برمی‌آید، شرکت مهندسی و کشتی‌سازی میتسویی[2] ژاپن با ثبت ۱۸۷ اختراع در حوزه تولید هیدرات‌های گازی در شمار پیشگامان توسعه این فناوری به شمار می‌رود. این شرکت در سال ۲۰۰۷، به همراه شرکت میتسویی[3] با سرمایه‌گذاری مشترک، شرکت ژاپنی اِن.جی.اچ.جِی[4] را با هدف توسعه و تجاری‌سازی فناوری هیدرات گاز طبیعی بنیان نهادند. آن‌ها امیدوارند که از این راه زنجیره جدید منبع تأمین گاز طبیعی را به وجود آورند. انتظار می‌رود هیدرات گاز طبیعی راه‌حلی برای تبدیل به پول کردن میادین گازی دورافتاده باشد که با استفاده از فناوری‌های موجود قابل بهره‌برداری نیستند [۱۵]. در مجموع اقبال گسترده شرکت‌های ژاپنی به فناوری هیدرات در راستای سیاست‌های ملی این کشور برای تنوع بخشی به منابع انرژی ارزیابی می‌شود [۱۶].

البته در تفسیر داده‌های آماری به دست آمده از اطلاعات ثبت اختراع در جهت تشخیص جهت‌گیری پژوهشی شرکت‌ها باید بسیار با دقت عمل کرد. برای نمونه، دیگر صرف اتکا به شاخص‌های کمّی ثبت اختراعات این شرکت‌ها به تنهایی نمی‌تواند نشان‌دهندهٔ میزان اثر و نقش این شرکت‌ها در عرصه فناوری و بازار مورد نظر باشد. برای نمونه، اختراعاتی که بیشترین میزان مرجع‌دهی به آن‌ها صورت گرفته معمولاً اختراعات مهمی هستند که گستره وسیعی را در پوشش حفاظتی خود قرار داده‌اند [۱۸و۱۷]. لذا بررسی شرکت‌هایی که بیشترین ارجاعات به اختراعات آن‌ها داده شده به نوعی نشان‌دهندهٔ عمق دستاوردهای پژوهشی آن‌ها در حوزهٔ فناوری موردنظر است. برای نمونه در شکل (۸)، چهار شرکتی که بیشترین ارجاعات به اختراعات آن‌ها از سوی دیگر شرکت‌ها داده شده به تفکیک چهار گروه اصلی آمده‌اند.

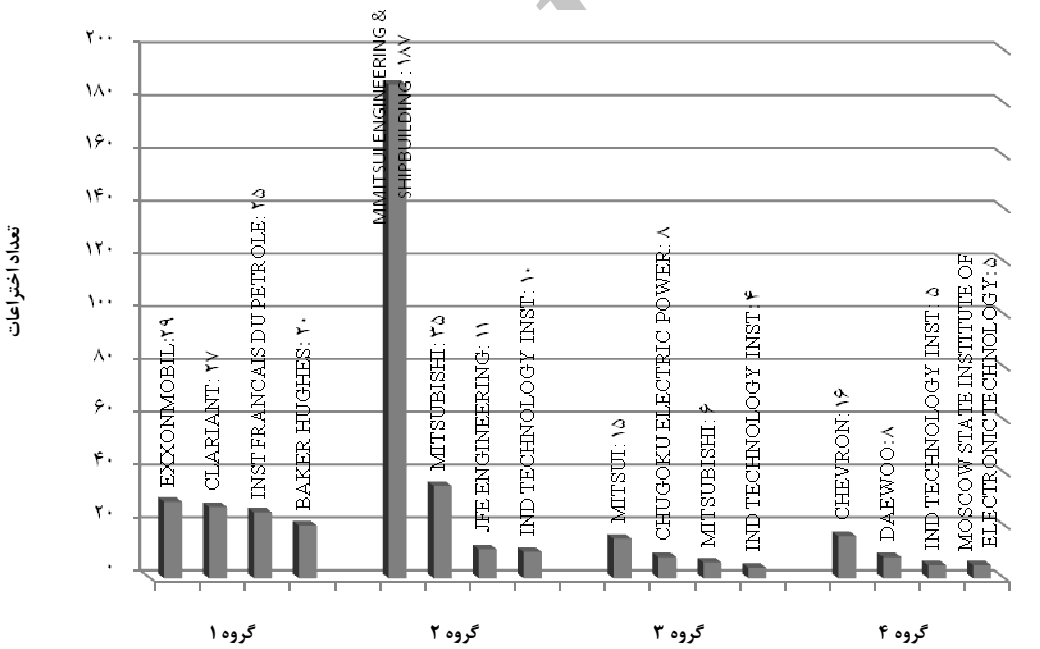
۱. البته باید توجه داشت که نتایج منعکس شده در این شکل‌ها نشان‌دهنده تعداد اختراعات شرکت‌هاست و نه تعداد موارد ثبت اختراع آن‌ها. به عبارتی ممکن است شرکتی یک اختراع خود را در ۵ کشور به ثبت رسانده باشد. در آن صورت آن شرکت دارای یک اختراع و ۵ مورد ثبت اختراع می‌باشد. لذا تعداد موارد ثبت اختراع شرکت‌هایی که از آن‌ها در نمودارها نام برده شده است بیشتر از اختراعات آن‌ها است. این نکته را باید در ارزیابی تعداد کل اختراعات گردآوری شده نیز در نظر گرفت.

2. Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd
3. Mitsui & Co., Ltd.
4. NGH Japan Co., Ltd.

www.
Archive



شکل ۶- جذاب‌ترین کشورها برای ثبت اختراعات به تفکیک هر یک از گروه‌های اصلی



شکل ۷- شرکت‌های دارای بیشترین تعداد اختراعات در هریک از گره‌های اصلی

البته در تفسیر اطلاعات ارجاعات به اسناد ثبت اختراع و تحلیل‌های مربوطه باید توجه داشت که آمار تعداد ارجاعات تا اندازه زیادی به زمان بستگی دارد. برای نمونه، اختراعی که از ثبت آن تنها دو سال می‌گذرد حتی اگر بسیار کیفی و دارای حوزه حفاظتی بسیار گسترده باشد نمی‌توان انتظار داشت که ارجاعات زیادی به آن شده باشد زیرا اولاً اختراع مورد نظر تا ۱۸ ماه محرمانه بوده و دیگران امکان مطالعه و ارجاع‌دهی به آن را در مدت محرمانگی نداشته‌اند (هرچند خود مالک اختراع می‌توانسته در مدت محرمانگی به آن

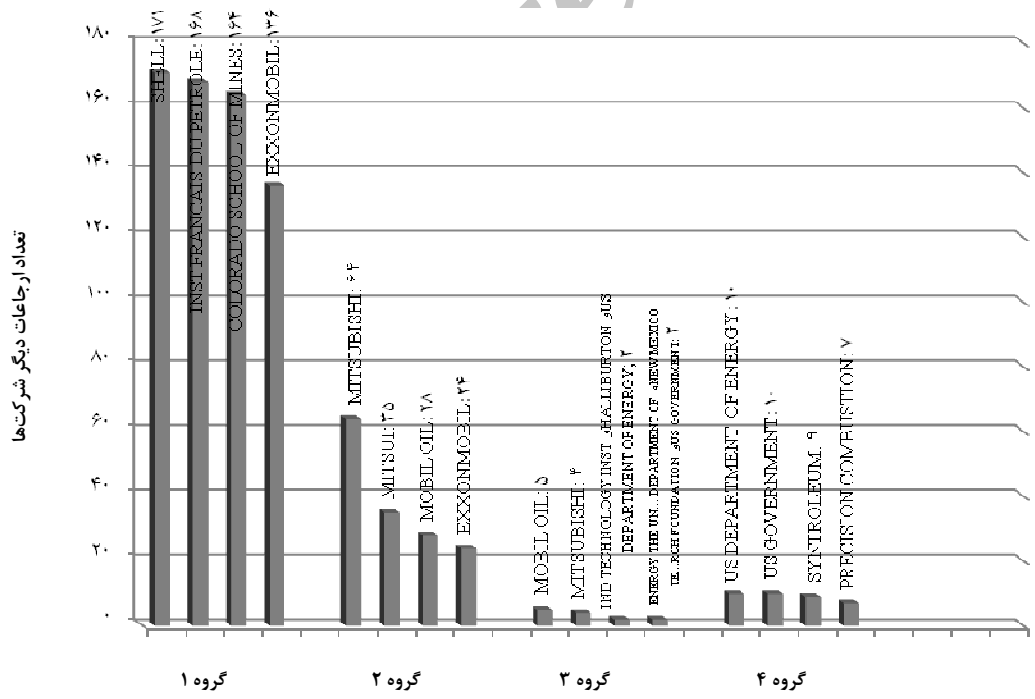
www.SID.ir

ارجاع دهد (در شکل (۸) تعداد ارجاعات خود شرکت‌ها به اختراعات خود درنظر گرفته نشده است) و مدت‌ها طول می‌کشد تا دیگران ضمن اطلاع از موضوع اختراع به دنبال بهبود آن رفته و اختراعی را به نام خود ثبت کنند که در آن به اختراع اولیه ارجاع شده باشد.

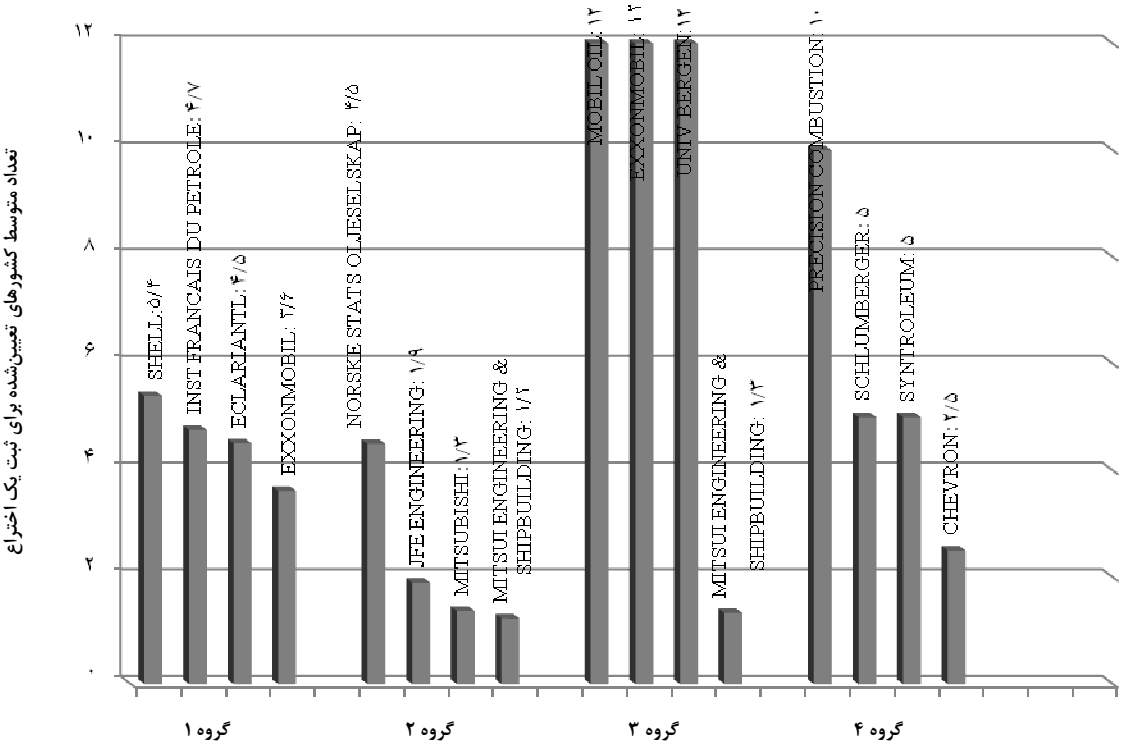
از سوی دیگر پیامدهای حقوقی ارجاع‌دهی به اختراعات زنده و اختراعات مرده کاملاً با هم متفاوت است. منظور از اختراعات زنده، اختراعاتی است که به ثبت نهایی رسیده و هنوز معتبرند. اما اختراعات مرده آن‌هایی هستند که یا مدت زمان حفاظت قانونی از آن‌ها (حداکثر بیست سال) به پایان رسیده یا به دلایل گوناگون (مانند نپرداختن حق تمدید سالانه یا شکایت رقبا) ابطال شده‌اند. لذا روشن است که متقاضیان ثبت اختراع از ارجاع‌دهی به اختراعات زنده رقبا اکراه داشته باشند (هر چند که در بسیاری مواقع گریزی از این کار ندارند).

از میان شرکت‌های فعال در حوزه فناوری هیدرات‌های گازی، در مجموع شرکت شل با ۱۷۱ مورد ارجاع‌دهی توسط دیگر شرکت‌ها به ۱۸ اختراع خود (به طور میانگین ۱۰ ارجاع به هر یک از ۱۸ اختراع) دارای بیشترین تعداد ارجاعات از سوی دیگر شرکت‌ها می‌باشد. این موضوع می‌تواند حاکی از کیفیت فنی اختراعات آن شرکت در زمینه فناوری مورد پژوهش باشد [۱۹].

همچنین یکی دیگر از شاخص‌های کیفی اختراعات، گسترهٔ جغرافیایی پوشش حفاظتی آن‌هاست [۱۹]. به بیان دیگر، اگر بازار بالقوه بزرگی برای اختراعی متصور باشد و شانس تجاری‌سازی موفق آن نیز بالا باشد، احتمالاً شرکت صاحب اختراع تلاش می‌کند که با وجود هزینه‌های بالای ثبت، این اختراع را در کشورهای بیشتری ثبت کند. لذا برای نمونه اگر مشاهده شود که اختراعی در ده کشور ثبت شده است احتمالاً بیش از صد هزار دلار تنها صرف ثبت این اختراع در این کشورها شده است. همین امر نشان می‌دهد که برای آن شرکت پتانسیل تجاری خوبی در این اختراع متصور است. بررسی اختراعات فناوری هیدرات (مطابق با شکل (۹)) نشان می‌دهد که شرکت مهندسی و کشتی‌سازی میتسویی ژاپن دارای اختراعاتی با بیشترین گستره جغرافیایی است.



شکل ۸- شرکت‌های دارای کیفی‌ترین اختراعات (بر اساس شاخص ارجاع‌دهی توسط دیگر شرکت‌ها)



شکل ۹- شرکت‌های دارای کیفی‌ترین اختراعات در حوزه فناوری هیدرات (بر اساس شاخص گستره جغرافیایی حفاظت)

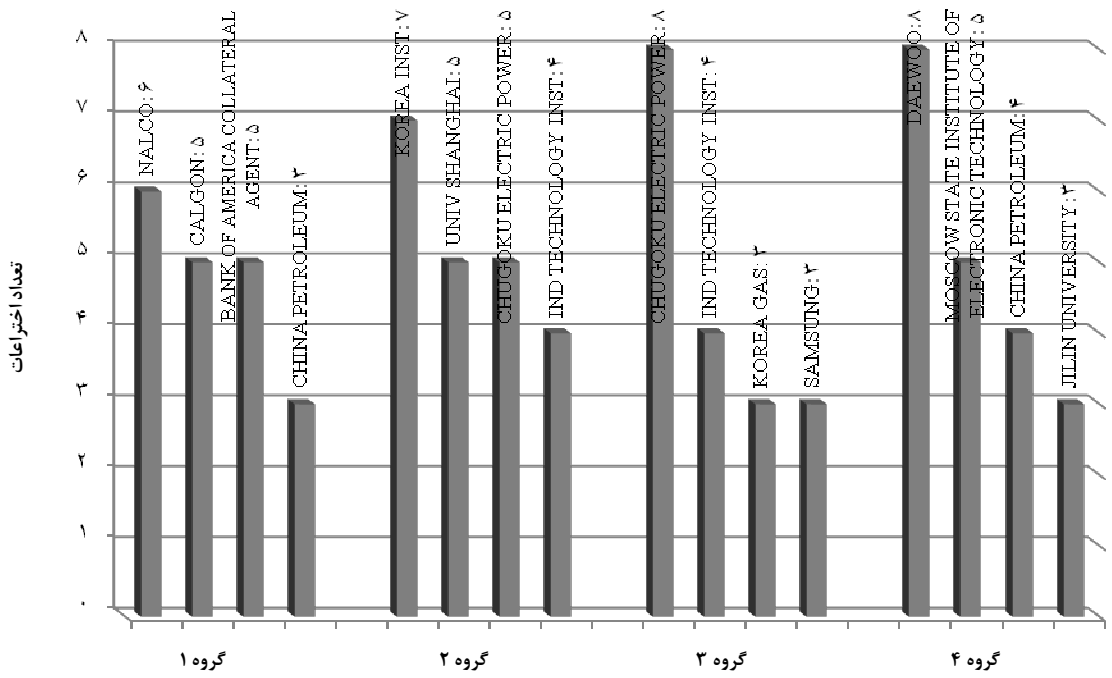
در تفسیر آمار کمّی ثبت اختراع باید به روند زمانی ثبت آن‌ها نیز دقت ویژه داشت. برای نمونه فرض کنید شرکتی در ۳۰ سال گذشته پژوهش‌هایی بر روی فناوری هیدرات داشته و ۲۰ اختراع را نیز در همان برهه در این ارتباط به ثبت رسانده اما به دلایلی از ادامه سرمایه‌گذاری بر روی این حوزه صرف‌نظر کرده و حوزه فعالیت خود را به کلی تغییر داده یا اساساً ورشکست شده باشد. صرف اطلاع از این که این شرکت ۲۰ اختراع مرتبط دارد نباید باعث شود که در تفسیرها، این شرکت جزو بازیگران فعال عرصه این فناوری به شمار رود [۱۳]. از سوی دیگر، شاید شرکت‌هایی به دلایل گوناگون حوزه فناوری هیدرات را جذاب تشخیص داده و به تازگی پا به عرصه سرمایه‌گذاری بر روی این فناوری گذاشته باشند و در نتیجه پژوهش و ثبت اختراع در این زمینه را آغاز کرده باشند. در نتیجه ممکن است در ظاهر تعداد اختراعات این شرکت‌ها نسبت به دیگر رقبا کمتر باشند در حالی که شدت تلاش آن‌ها بیشتر است. بر همین پایه در شکل (۱۰) شرکت‌های دارای بیشترین اختراع در سال‌های اخیر به صورت جداگانه آمده است. با نگاه به این شکل می‌توان فعال‌ترین شرکت‌ها در حوزه فناوری هیدرات را به تفکیک حوزه‌های پژوهشی چهارگانه مشاهده کرد.

برای نمونه مقایسه شکل (۷) با شکل (۱۰) تغییرات مهمی را نشان می‌دهد. برای نمونه شرکت آمریکایی نالکو[1] که با ثبت ۶ اختراع بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱ فعال‌ترین شرکت در حوزه فناوری جلوگیری از تشکیل هیدرات بوده در زمره برترین‌های شکل (۷) نمی‌باشد. این شرکت در حوزه‌های بهبود بازیافت نفت و انتقال گاز دارای فناوری‌هایی می‌باشد که یکی از آن‌ها بازدارنده‌های تشکیل هیدرات با میزان مصرف بسیار کم[2] است. این شرکت در سال ۱۹۹۴، به شرکت اکسان کمیکال[3] پیوست تا جایگاه خود را در صنایع نفت و گاز تثبیت کند [۲۱و۲۰].

توجه دقیق‌تر به شکل (۱۰) عزم جدی شرکت‌های کره‌ای در سال‌های اخیر برای دستیابی به فناوری هیدرات را نشان می‌دهد. موسسه علوم و فناوری پیشرفته کره[4] با ۷ اختراع در حوزه تولید

1. Nalco
2. Low-Dose Hydrate Inhibitors
3. Exxon Chemical
4. Korea Advanced Institute Of Science & Technology (KAIST)

www.SID.ir



شکل ۱۰- شرکت‌های دارای بیشترین اختراعات در فاصله سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱ در هریک از گروه‌های اصلی

هیدرات گازی، شرکت سامسونگ با ۳ اختراع در زمینه بازیابی گاز از هیدرات، شرکت ملی گاز کره[1] (بزرگترین واردکننده گاز طبیعی مایع در جهان [۲۳و۲۲]) با ۳ اختراع در زمینه بازیابی گاز از هیدرات و شرکت دوو[2] با ۸ اختراع در زمینه استخراج گاز طبیعی از منابع هیدرات، نمونه‌هایی در این زمینه به شمار می‌روند.

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، اسناد ثبت اختراع مرتبط با حوزه‌های اصلی مرتبط با فناوری هیدرات (از جمله جلوگیری از تشکیل هیدرات، تولید هیدرات گازی، تجزیه هیدرات و استخراج هیدرات از منابع آن) و چهار حوزه مهم کاربردی این فناوری جهت استفاده در فرایند هوشمندی فناوری و کمک به تصمیم‌گیری راهبردی در برنامه‌ریزی‌های پژوهشی، گردآوری و مورد تحلیل قرار گرفت. این پژوهش به خوبی نشان می‌دهد که روند سرمایه‌گذاری پژوهشی در حوزهٔ فناوری هیدرات و زیر شاخه‌های آن با شتاب قابل توجهی در حال افزایش است. در این میان حوزه "جلوگیری از تشکیل هیدرات" با ۴۱۵ اختراع و "فرایند تولید هیدرات" با ۳۷۶ اختراع جذاب‌ترین حوزه‌های پژوهشی مرتبط با این فناوری به شمار می‌روند. همچنین شرکت‌های آمریکایی، ژاپنی، روسی، کره‌ای و چینی دارای بیشترین تعداد اختراعات ثبت شده مرتبط می‌باشند و پیشروان فناوری هیدرات به شمار می‌روند.

با توجه به حجم منابع گازی ایران و همچنین برنامه‌ریزی صورت گرفته ذیل نقشه راه فناوری شرکت ملی گاز برای سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های مرتبط با فناوری هیدرات، انجام این پژوهش و هوشمندی فناوری مبتنی بر آن می‌تواند در مسیر جهت‌دهی به پروژه‌های آتی و تصمیم‌گیری‌های مؤثر در این حوزه موثر باشد.

1. Korea Gas
2. Daewoo

مراجع

[1] Sloan, E. D., Koh, C. A., "Clathrate Hydrates of Natural Gases", 3rd edition, Taylor & Francis/CRC Press, New York, pp. 1-10 (2008).

[2] Chatti, I., Delahaye, A., Fournaison, L., Petitet, J., "Benefits and drawbacks of clathrate hydrates: a review of their areas of interest", Energy Conversion and Management, Vol. 46, pp.1333–1343, (2005).

[3] Lockhart, T., Crescenzi, F., "Encyclopaedia Of Hydrocarbons"; volume iii / new developments: energy, transport, sustainability, pp. 237-269, (2007).

Archive of SID

[۱۳] سیدکامران باقری، مریم رشتچی، مریم توکل‌مقدم، مرتضی رضاپور، الناز پاشایی‌مرنی، محمد مهدیارفر، پروژه "تحلیل پتنت‌های حذف گاز سولفید هیدروژن از گاز طبیعی با استفاده از فرایندهای غشایی"، پژوهشگاه صنعت نفت، واحد مالکیت فکری، مرداد (۱۳۸۸).

[۱۴] سیدکامران باقری، شیرین علیخانی، احمد فاضلی، مهدیه فرازکیش، عاطفه سلیمی؛"تحلیل پتنت‌های مربوط به الماسواره‌ها"، نخستین کنگره بین المللی نانوفناوری و کاربردهای آن در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، دانشگاه صنعت نفت، ایران، (۱۳۸۵).

[15] http://www.mitsui.com/jp/en/release/2007/1189982_1364.html

[16] http://isna.ir/isna/NewsView.aspx?ID=News-1813866,(1390).

[17] Sternitzke, C., Bartkowski, A., Schwanbeck, H., Schramm, R., "Patent and literature statistics – The case of optoelectronics", World Patent Information Vol. 29, pp. 327–338 (2007).

[18] Lee Ch., Cho, Y., Seol, H., Park, Y., "A stochastic patent citation analysis approach to assessing future technological impacts", Technological Forecasting & Social Change Vol. 79, Issue 1, pp. 16–29 (2012).

[19] Pilkington, A., Lee, L. L., Chan, C. K., Ramakrishna, S., "Defining key inventors: A comparison of fuel cell and nanotechnology industries", Technological Forecasting & Social Change Vol. 76, pp. 118–127, (2009).

[20] http://en.wikipedia.org/wiki/Nalco_Holding_Company

[21] http://www.nalco.com/aboutnalco/history.htm

[22] http://en.wikipedia.org/wiki/Korea_Gas_Corporation

[23] http://www. kogas.or.kr/ kogas_eng/html/who/who_01.jsp

[4] Barrer, R. M., Ruzicka, D. J., "Non-stoichiometric clathrate compounds of water. Part 2.—Formation and properties of double hydrates", Trans. Faraday Soc. Vol. 58, pp. 2239-2252 (1962).

[5] Makogon, Y. F., Holditch, S. A., Makogon T. Y., "Natural gas-hydrates — A potential energy source for the 21st Century", Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol. 56, pp. 14-31, (2007).

[۶] محمدرضا آراستی، مهشید غفارزادگان، صادق پیمان‌خواه و سعید پاک‌سرشت، "نقشه راه، ابزاری در خدمت سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی یکپارچه در سطح صنعت مطالعه موردی نقشه راه تکنولوژی صنعت گاز ایران در افق ۱۴۰۴"، نهمین کنفرانس انجمن تخصصی مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن، تهران، ایران، آبان (۱۳۸۹).

[7] Mortara, L., Kerr, C., Phaal, R. Probert, D., "Technology intelligence: Identifying threats and opportunities from new technologies", Working Paper. Institute for Manufacturing, Cambridge, UK, (2007).

[8] Heini, M., Järvenpää, Saku J., Mäkinen, Marko Seppänen, "Patent and publishing activity sequence over a technology's life cycle", Technological Forecasting & Social Change Vol. 78, pp. 283–293 (2011).

[۹] بابک قسیم، هادی نیل‌فروشان، "شناسایی نیازهای اطلاعاتی ذی‌نفعان فرایند هوشمندی فناوری با استفاده از مفهوم چرخه عمر فناوری"، چهارمین کنفرانس مدیریت تکنولوژی، تهران، ایران (۱۳۸۹).

[۱۰] عباسعلی کارشناس، فرزان مجیدفر، "بررسی تعاملات فرایندهای مدیریت دانش و هوشمندی تکنولوژی"، چهارمین کنفرانس مدیریت تکنولوژی، تهران، ایران (۱۳۸۹).

[11] Savioz, P., "Technology Intelligence: Concept Design and Implementation in Technology-based SMEs", first edition, Palgrave Macmillan, New York (2004).

[12] Mark Veugelers, Jo Bury, Stijn Viaene, "Linking technology intelligence to open innovation", Technological Forecasting & Social Change Vol. 77 pp. 335–343, (2010).

Archive of SID

www.SID.ir