

تحلیل اسناد ثبت اختراع در حوزه فرایندهای گوگردزدایی از هیدروکربن‌ها

مریم توکل مقدم^{۱*}، مریم رشتچی^۱، الناز پاشایی^۲، مرتضی رضاپور^۱، فلورا شایق^۱

۱. عضو هیئت علمی، گروه تکنولوژی و نوآوری، معاونت فناوری و امور بین‌الملل، پژوهشگاه صنعت نفت، شهر تهران، استان

تهران، صندوق پستی ۱۳۷-۱۴۶۶۵، ایران

۲. کارشناس، گروه تکنولوژی و نوآوری، معاونت فناوری و امور بین‌الملل، پژوهشگاه صنعت نفت، شهر تهران، استان تهران،

صندوق پستی ۱۳۷-۱۴۶۶۵، ایران

دریافت: ۹۲/۹/۲ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۵

چکیده

حضور ترکیبات گوگردی در سیالات هیدروکربنی و محصولات آن مشکلات متعددی نظیر خوردگی، مسمومیت کاتالیزورهای کارخانجات دریافت‌کننده محصولات گاز و مایع، مشکلات زیست‌محیطی، کاهش ارزش حرارتی و کاهش قیمت به وجود می‌آورند. با توجه به تحقیقات گسترده به منظور دستیابی به روش‌ها و فناوری‌های حذف یا کاهش این آلاینده‌ها تا حد مطلوب و مقرون به صرفه توسط بسیاری از مراکز تحقیقاتی، مطالعه حاضر با هدف دستیابی به کلیه اختراعات ثبت‌شده در این حوزه فناوری و تحلیل آن‌ها در سطح استراتژیک انجام شده است. نتایج تحلیل در بازه زمانی مورد مطالعه، حاکی از آن است که در حوزه فناوری‌های مربوط به حذف ترکیبات گوگردی از گازها، فرایندهای جذب توسط حلال و فرایندهای گوگردزدایی بیولوژیک و در حوزه گوگردزدایی از خوراک‌های هیدروکربنی مایع، فرایندهای بر پایه استخراج و جذب سطحی عرصه‌های مورد توجهی برای مخترعان حوزه گوگردزدایی به حساب می‌آیند و روند نوآوری‌های این حوزه رو به افزایش 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: گوگردزدایی، سیالات هیدروکربنی، تحلیل پتنت، سند ثبت اختراع

مقدمه

در منابع مذکور است که ترکیبات گوگردی از جمله هیدروژن سولفید، کربونیل سولفید، دی‌سولفیدکربن، مرکاپتان‌ها، آلکن سولفیدها، سولفایدهای آروماتیک، دی‌سولفایدها، سولفایدهای حلقوی اشباع و تیوفن‌ها بخش عمده‌ای را از این ناخالص‌ها تشکیل می‌دهد [۲]. به طور کلی، حذف ترکیبات گوگردی

کشور ایران با دارا بودن حدود ۶۰۰ میلیارد بشکه نفت درجا و ۳۵ هزار میلیارد متر مکعب ذخایر گاز بیشترین ذخایر هیدروکربن را در جهان دارد [۱]. بهره‌برداری بهینه از این ذخایر ارزشمند مستلزم حذف یا کاهش ناخالص‌های متعدد موجود

*tavakolm@ripi.ir

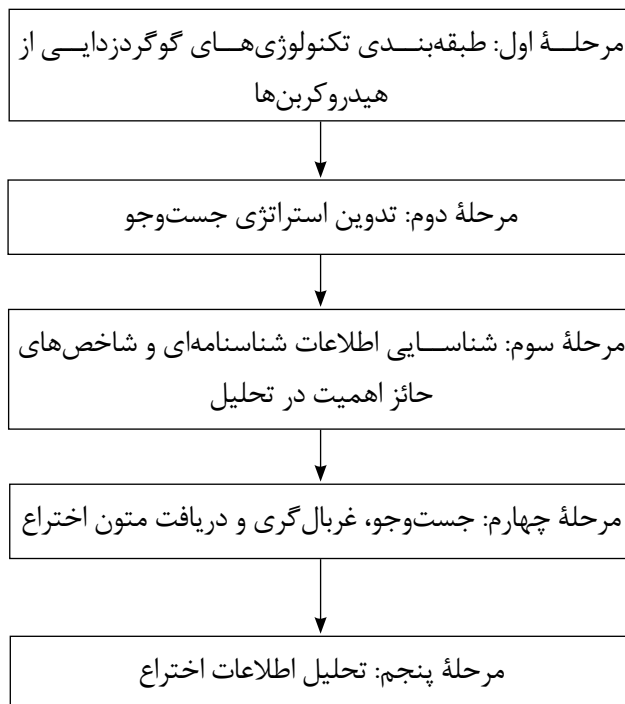
جدید است. پتنت‌ها حاوی دو دسته اطلاعات ارزشمند فنی (شامل شرح پیشینه، مشکلات موجود و چگونگی رفع این مشکلات به واسطه اختراع و شرح دقیق اختراع) و اطلاعات حقوقی (شامل اداره صادرکننده پتنت، نام و آدرس مخترع و مالک اختراع، تاریخ انتشار، کشوری که اختراع در آن به ثبت رسیده، کشورهای تحت پوشش حفاظت و ادعاها) هستند. این اطلاعات دارای ویژگی‌هایی هستند که استفاده از آن‌ها را حائز اهمیت فراوان کرده است و منافع شایان توجهی برای سازمان‌ها، شرکت‌ها و مؤسسات در پی دارد که می‌توان این منافع را در سطوح مختلفی از جمله استراتژیک، رقابتی و فنی تحلیل کرد. در توضیح سطوح مختلف تحلیل پتنت و به طور ویژه سطح استراتژیک که رویکرد مطالعه حاضر نیز در این راستاست، توجه به یک نکته ضروری است؛ این که انجام تحقیقات، در همه جای دنیا، فعالیت بسیار پرهزینه و گران‌قیمتی است و معمولاً تحقیقات در مرزهای دانش و بر روی تکنولوژی‌هایی صورت می‌گیرد که عمدتاً در مرحله طفولیت سیکل عمر خود به سر می‌برند. همین امر، عدم قطعیت و ریسک نهفته در پروژه‌های تحقیقاتی را به شدت افزایش می‌دهد. ترکیب این ریسک و عدم قطعیت با هزینه‌بری فراوان خطر شکست پروژه‌های تحقیقاتی را افزایش می‌دهد. لذا سیاست‌گذاری فناوری و انتخاب هوشمندانه پروژه‌های تحقیقاتی (در قالب جهت‌گیری‌های بلندمدت)، تنها گزینه ممکن برای کاهش احتمال شکست است. اما تعیین جهت‌گیری‌های بلندمدت تحولات تکنولوژی و انتخاب پروژه‌های مناسب تحقیقاتی در این مسیر، کاری بسیار تخصصی و پیچیده است. با انجام تحلیل پتنت، می‌توان چهار دسته اطلاعات استراتژیک را به صورت زیر استخراج کرد [۳-۶] (با توجه به فاصله زمانی ۱۸ ماهه ثبت و انتشار اطلاعات پتنت و طول عمر متفاوت پتنت‌ها، بهترین استفاده از این اطلاعات در همین سطح استراتژیک صورت می‌گیرد):

- تعیین روند زمانی تحولات تکنولوژی‌ها
- تعیین جهت‌گیری شرکت‌های فعال در هر کدام از حوزه‌های تکنولوژی
- انتخاب شرکای مناسب جهت توسعه تکنولوژی

از دو دیدگاه فنی و زیست‌محیطی اهمیت دارد. از یک سو، حضور ترکیبات گوگردی در گازها و مایعات هیدروکربنی و محصولات آن، مشکلات متعددی نظیر خوردگی، مسمومیت کاتالیزورهای کارخانجات دریافت‌کننده محصولات گاز و مایع، کاهش ارزش حرارتی و کاهش قیمت به وجود می‌آورند. از سوی دیگر، به دلیل سمیت ترکیبات فوق‌الذکر، استانداردهای زیست‌محیطی سختگیرانه‌ای جهت انتشار آن‌ها در محیط وجود دارد. از این رو، تحقیقات گسترده‌ای به منظور دستیابی به روش‌ها و فناوری‌های حذف یا کاهش این آلاینده‌ها تا حد مطلوب از سوی بسیاری از مراکز تحقیقاتی، شرکت‌ها و صنایع وابسته انجام می‌شود. در این خصوص، اطلاع از فناوری‌های جدید و پیشرفت‌های فنی و اقتصادی و به کارگیری تکنولوژی‌های کارآمد در این حوزه، برای مؤسسات تحقیقاتی، حائز اهمیت است و زمینه‌ساز افزایش توان رقابت آن‌ها در میان رقبا خواهد شد.

با توجه به پیچیدگی‌های رقابت در دنیای شدیداً رقابتی امروز، روش‌های جدیدی برای دستیابی به اطلاعاتی از این دست، برای تصمیم‌گیری‌های بهتر در سطوح مختلف سازمانی مطرح شده است. یکی از این روش‌ها که به دانش و مهارت خاصی نیز نیاز دارد، تحلیل اطلاعات پتنت^۱ است. دولت‌ها با ثبت اختراعات و اعطای پتنت، حق انحصاری استفاده از اختراعات مربوطه را تا مدت زمان مشخص (معمولاً ۲۰ سال) به مالکان اختراعات می‌دهند تا آن‌ها بتوانند از بهره‌برداری غیرمجاز دیگران از سرمایه‌گذاری فکری خود ممانعت به عمل آورند. از آن جا که این اعطا در قبال افشای کامل اختراع و برآوردن سایر الزامات قوانین ثبت اختراعات کشور هدف صورت می‌گیرد، نوعی تعادل بین منافع فردی و اجتماعی شکل می‌گیرد و با انتشار آن اطلاعات در یک فاصله زمانی مشخص (۱۸ ماه بعد از تشکیل پرونده درخواست ثبت اختراع) زمینه گسترش مرزهای دانش و خلق تکنولوژی‌های پیشرفته‌تر فراهم می‌شود. اگرچه الزامات ثبت اختراع از کشوری به کشور دیگر متفاوت است، سه شرط تازه، غیربديهی و مفید بودن اختراع، شرایط الزامی برای ثبت در اکثر کشورهاست. از این رو، اطلاعات منتشرشده معمولاً اولین و تنها منبع اطلاعاتی در مورد تکنولوژی‌های

1. Patent (سند ثبت اختراع)



شکل ۱: مراحل انجام تحلیل پتنت در این پژوهش

بررسی، حوزه تکنولوژی در لایه اول بر اساس خوراک واحدهای گوگردزدایی (گاز و مایع) و در لایه بعد بر اساس مکانیزم جداسازی ترکیبات گوگردی از خوراک‌های مذکور طبقه‌بندی شده است. طبقه‌بندی جزئی‌تر حوزه‌های مورد بررسی از طریق جست‌وجوی اسناد علمی مرتبط و همچنین مشورت با متخصصان فناوری گوگردزدایی صورت گرفت [۲۴-۲۲]. بر این اساس، حوزه‌های مورد بررسی مربوط به گوگردزدایی از خوراک‌های هیدروکربنی مایع در شکل (۲) دسته‌بندی شده است. بر اساس طبقه‌بندی مذکور، گوگردزدایی از خوراک‌های هیدروکربنی مایع در دو دسته فرایندهای گوگردزدایی هیدروژنی^۱ و غیر هیدروژنی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مشخصه اصلی فرایندهای هیدروژنی، استفاده از هیدروژن و کاتالیست مناسب جهت حذف ترکیبات گوگردی و نیتروژنی است که جهت تصفیه انواع برش‌های نفتی، از قبیل بنزین، نفت سفید، گازوئیل و برش‌های سنگین‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد. فرایندهای غیر هیدروژنی نیز که مشخصاً از مسیرهایی جز استفاده از هیدروژن جهت گوگردزدایی استفاده می‌کنند، بر اساس مکانیزم حذف گوگرد در شش گروه فرایند به شرح زیر طبقه‌بندی شده و مبنای جست‌وجوی پتنت‌ها قرار گرفته‌اند:

1. Hydrodesulfurization (HDS)

- تعیین گستره جغرافیایی اختراعات در هر کدام از حوزه‌های تکنولوژی

نمونه‌های کاربردی [۱۷-۷] از تحلیل پتنت در حوزه‌های مختلف تکنولوژی، نشان از اهمیت آن‌ها دارد؛ به طوری که انجام مطالعات تحلیل پتنت گام اول در اغلب طرح‌های تحقیقاتی محسوب می‌شود و تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری پژوهشی و تجاری بسیاری از شرکت‌های مطرح در حوزه نفت و گاز بر اساس نتایج مطالعات مذکور است. لیکن، متأسفانه جای چنین مطالعات ارزشمندی در بسیاری از حوزه‌های فناوری در کشور ما خالی است. با عنایت به نکات فوق و اهمیت حوزه تکنولوژی گوگردزدایی در صنایع نفت و گاز ایران، در این مقاله، نتایج تحلیل پتنت‌های این حوزه تکنولوژی در سطح استراتژیک ارائه شده است.

آگاهی از سمت و سوی فرایندهای گوگردزدایی از سیالات هیدروکربنی در دنیا بر اساس اختراعات ثبت شده و کمک به محققان در یافتن ایده‌های جدید در حوزه فناوری از اهداف مهم این پژوهش محسوب می‌شود. همچنین بررسی وضعیت کلی اختراعات ثبت شده در سراسر دنیا در حوزه فناوری گوگردزدایی از سیالات هیدروکربنی و شناسایی مراکز و سازمان‌های متخصص و فعال از نتایج پژوهش حاضر است که می‌تواند در تصمیم‌گیری‌ها و جهت‌دهی طرح‌های تحقیقاتی در این حوزه مؤثر باشد.

روش تحقیق

بسته به حوزه فناوری مورد بررسی و سطحی از تحلیل که مدنظر بوده است، اغلب پژوهش‌های مشابه در زمینه تحلیل پتنت و پایش اختراعات مراحل مختلف را شامل می‌شوند [۲۱-۱۸]. با در نظر گرفتن مراجع پیشین و در جهت نیل به اهداف مورد نظر در پژوهش حاضر، مراحل انجام این پایش در شکل (۱) نشان داده شده است.

مرحله اول

در مرحله نخست، با توجه به گستردگی حوزه مورد

گازهای اسیدی در حلال انجام می‌شود.

- فرایندهای هیبریدی یا فرایندهای شیمیایی- فیزیکی از مخلوط حلال‌های شیمیایی و فیزیکی جهت حذف گازهای اسیدی استفاده می‌کند.
- ۲. جذب بر بستر جامد فرایندهای جذب گازهای اسیدی را توسط مواد جاذب و با مکانیسم جذب سطحی شامل می‌شود.
- ۳. فرایندهای تبدیل مستقیم^۸ که در یک مرحله هیدروژن سولفید را جذب و همزمان آن را به گوگرد عنصری تبدیل می‌کنند.
- ۴. فرایندهای غشایی که در آن‌ها غشاها برای جداسازی گازها از مخلوط آن‌ها بر اساس نفوذ متفاوت (انتخابی) اجزا به کار می‌روند.
- ۵. جداسازی توسط هیدرات^۹ که به عنوان یکی از راه‌های شیرین‌سازی گاز طبیعی بر اساس تشکیل گزینشی هیدرات H_2S و جداسازی آن از گاز طبیعی است.
- ۶. فرایندهای بیولوژیک که برای حجم‌های کوچک گاز به کار می‌رود و به دو صورت فرایندهای تصفیه بیولوژیکی غیرمستقیم و مستقیم طبقه‌بندی می‌شوند.

لازم به ذکر است که طبقه‌بندی تکنولوژی، به عنوان گام اول در تحلیل پتنت، تدوین استراتژی جست‌وجو و انجام مراحل بعدی پژوهش را تسهیل و ارزیابی هر بخش را با دقت بیشتری میسر می‌کند.

مرحله دوم

از آن‌جا که برای شروع یک جست‌وجوی دقیق، تعیین کلید واژه‌ها ضروری است، لذا با استفاده از اسناد علمی منتشر شده در حوزه فناوری حذف ترکیبات گوگردی از سیالات هیدروکربنی، از جمله مقالات و پتنت‌های مربوطه و همچنین مذاکره با محققان این حوزه، کلید واژه‌های تخصصی تعیین شد. از سویی دیگر، برای دستیابی به کلیه پتنت‌های یک حوزه و جست‌وجوی حرفه‌ای پتنت‌ها، می‌توان از روش جست‌وجو در کدهای طبقه‌بندی

۱. فرایندهای گوگردزایی بر پایه اکسیداسیون^۱ که به طور مختصر شامل دو مرحله اصلی اکسیداسیون ترکیبات گوگردی و خالص‌سازی است.

۲. جذب بر سطوح جامد^۲ که فرایند گوگردزایی از این طریق بر اساس جذب انتخابی ترکیبات ارگانوسولفور خوراک‌های هیدروکربنی توسط جاذب‌های جامد انجام می‌گیرد.

۳. استخراج^۳ که اساس گوگردزایی بر انحلال بیشتر ترکیبات ارگانوسولفور در حلال‌های ویژه نسبت به هیدروکربن‌ها استوار است.

۴. فرایندهای غشایی^۴ که جداسازی ترکیبات گوگردی از خوراک‌های هیدروکربنی به صورت فیزیکی و به واسطه تفاوت در گزینش‌پذیری غشا نسبت به ترکیبات مختلف صورت می‌گیرد.

۵. فرایندهای بیولوژیک^۵ که بر پایه آن‌ها، گوگردزایی از طریق میکروارگانیسم‌های فعالی انجام می‌شود که ترکیبات آلی گوگردار را به عنوان منبع گوگردی برای رشد و فعالیت‌های زیستی خود مورد استفاده قرار دهند.

۶. استفاده از امواج مافوق صوت^۶ در ضمن گوگردزایی اکسیداسیونی، بر اساس امکان به کارگیری امواج مافوق صوت جهت ایجاد فشار منفی و تشکیل بخار و حباب از برخی از اجزای خوراک هیدروکربنی مایع طرح‌ریزی شده است.

همچنین گوگردزایی از گازها را می‌توان بر اساس فرایندهای مختلف مطابق شکل (۳) طبقه‌بندی کرد. بر این اساس، فرایندهای گوگردزایی از خوراک هیدروکربنی گازی نیز در شش گروه فرایندی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند که شرح مختصری از هر یک عبارت است از:

۱. جذب درون مایع^۷ که شامل

- فرایندهای شیمیایی که حذف گازهای اسیدی با استفاده از حلال‌های شیمیایی و بر پایه واکنش شیمیایی بین گاز اسیدی و حلال صورت می‌گیرد.
- فرایندهای فیزیکی که تصفیه گاز از طریق جذب فیزیکی

1. Oxidative desulfurization (ODS)

2. Adsorption

3. Extraction

4. Membrane processes

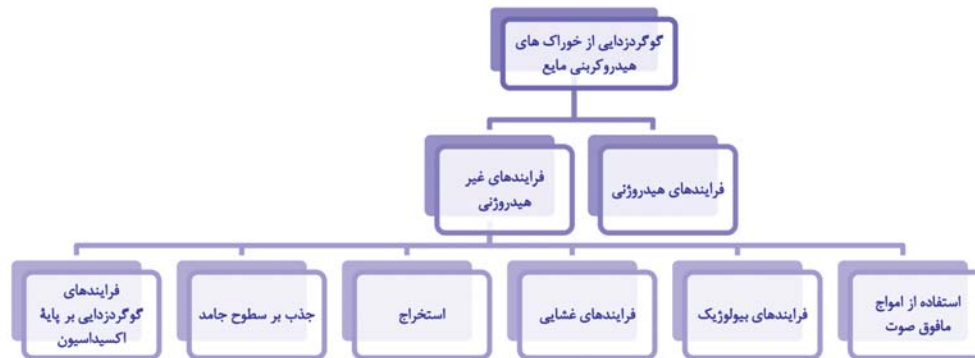
5. Bio-desulfurization

6. Ultrasound-assisted oxidative desulfur

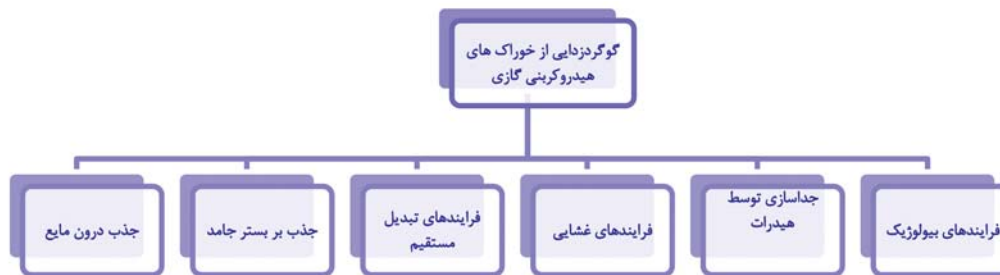
7. Absorption

8. Direct Conversion

9. Gas sweetening via hydrate formation



شکل ۲: تقسیم‌بندی فرایندهای گوگردزایی از خوراک‌های هیدروکربنی مایع



شکل ۳: تقسیم‌بندی فرایندهای گوگردزایی از خوراک‌های هیدروکربنی گاز

مرحله سوم

پس از تدوین استراتژی جست‌وجو، به منظور تهیه بانک اطلاعاتی مربوط به پتنت‌های گردآوری شده و تحلیل نتایج، شاخص‌های حائز اهمیت در تحلیل، با توجه به امکانات جست‌وجو و سطح تحلیل، شناسایی و تدوین می‌شوند. در پژوهش حاضر، اطلاعات شناسنامه‌ای اسناد پتنت شامل موارد زیر است که در مراجع پیشین نیز به مواردی از این دست اشاره شده است [۲۰]:

- عنوان اختراع
- تاریخ اولین تشکیل پرونده^۲
- شماره اولین تشکیل پرونده (ثبت)
- مالک اختراع
- پتنت‌های هم‌خانواده
- کدهای بین‌المللی اختراع
- کشورهای محل ثبت

مرحله چهارم

به منظور جست‌وجو و دریافت متون اختراعات، پایگاه‌های

پتنت استفاده کرد. توضیح این که پتنت‌ها توسط ادارات ثبت اختراع مختلف بر اساس حوزه فناوری اختراع طبقه‌بندی می‌شوند [۲۶-۲۵]. از جمله می‌توان به طبقه‌بندی اروپایی، امریکایی و بین‌المللی اشاره کرد. از این میان طبقه‌بندی بین‌المللی پتنت^۱ نوعی طبقه‌بندی استاندارد بین‌المللی برای مستندات پتنت است. هدف اصلی از تعریف این طبقه‌بندی، کمک به انجام جست‌وجوی بهتر اسناد ثبت اختراع توسط کارکنان ادارات ملی ثبت اختراع و دیگر کاربران جهت بررسی تازگی و گام ابتکاری تقاضانامه‌های ثبت اختراع بوده است. استخراج جامع کدهای طبقه‌بندی اسناد ثبت اختراع، کاملاً تخصصی بوده و کاهش ریسک از دادن بعضی کدها نیازمند تجربه در این زمینه است. مراحل کار در این بخش شامل موارد زیر است:

- استخراج کدهای طبقه‌بندی بین‌المللی پتنت‌های مربوط به این حوزه تکنولوژی به عنوان مهم‌ترین ابزار جست‌وجو
- تعیین کلید واژه‌های تخصصی و جامع
- تدوین استراتژی جست‌وجوی حرفه‌ای براساس کدهای طبقه‌بندی، کلید واژه‌ها و ترکیب آن‌ها

1. International Patent Classification (IPC)

2. Priority date

مشخص است، بیشترین تعداد اختراعات در رابطه با روش‌های جذب درون مایع به صورت شیمیایی و فیزیکی ثبت شده است. در رتبه بعدی تعداد اختراعات ثبت شده در حوزه فناوری جذب سطحی قرار دارد که حدود ۲۵ درصد از اختراعات گردآوری شده به این حوزه اختصاص دارد. در حوزه فناوری‌های مربوط به حذف ترکیبات گوگردی از هیدروکربن‌های مایع، حداقل تعداد ۴۲۶۲ پتنت منتشر شده است.

در شکل (۵)، تعداد اختراعات ثبت شده در هر یک از این فناوری‌ها نشان داده شده است. بیشترین تعداد اختراعات در رابطه با فناوری گوگردزدایی هیدروژنی ثبت شده است.

تعداد اختراعات نمایش داده شده در شکل‌های (۴ و ۵) به صورت تجمعی و بدون محدودیت زمانی در نظر گرفته شده‌اند و اگرچه در نگاه اول این تصور را به ذهن می‌آورد که فرایندهای حائز بیشترین تعداد اختراعات از اهمیت بیشتری نیز برخوردارند، این نمودار معیار مناسبی برای نشان دادن جهش نوآوری و میزان رشد اختراعات در فرایندهای مذکور نخواهد بود. لذا به منظور تحلیل دقیق‌تر داده‌های گردآوری شده، بازه زمانی محدودتری از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۰ در نظر گرفته شد و این بازه زمانی ۱۲ ساله به دو محدوده ۶ ساله اول از ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۴ و محدوده ۶ ساله دوم از ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ تقسیم شد. توضیح این‌که با توجه به مبنای شمارش اختراعات که تاریخ حق تقدم^۱ بوده است، امکان دسترسی به متون منتشرشده پتنت‌ها از طریق اینترنت، در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲، به دلیل فاصله زمانی ۱۸ ماهه از زمان تشکیل پرونده در زمان انجام پژوهش، وجود نداشته و بنابراین بازه مورد بررسی، جهت بررسی میزان رشد اختراعات تا سال ۲۰۱۰ در نظر گرفته شده است. با تعریف شاخص توزیع که از تقسیم تعداد کل اختراعات در هر یک از حوزه‌های گاز و مایع در بازه زمانی مورد بررسی به تعداد فرایندهای آن حوزه به دست می‌آید، فرایندهای مورد بررسی، به دو دسته قابل تقسیم هستند. در دسته اول فناوری‌هایی که تعداد ثبت اختراع و در نتیجه سرمایه‌گذاری تحقیقاتی صورت گرفته بالاتر

مختلفی به صورت رایگان و اشتراکی به شکل آنلاین در دسترس هستند. لیکن کیفیت تحلیل در پژوهش‌هایی از این دست بسیار متأثر از امکانات پایگاه‌های داده‌ای مذکور است و شرکت‌های متقاضی پروژه‌های تحلیل پتنت، بسته به سطوح تحلیل مورد درخواست و میزان اهمیت نتایج در تصمیم‌گیری‌های سازمانی، بودجه مشخصی به این بخش اختصاص می‌دهند. اطلاعات این تحقیق با اتکا بر پایگاه حرفه‌ای اربیت^۱ خریداری شده از شرکت فرانسوی کوپستل^۲ و با استراتژی تدوین شده در مرحله سوم گردآوری شده است. لازم به توضیح است که جامعیت پایگاه پتنت مذکور در دسترسی به متون اختراعات بیش از ۹۵ کشور جهان و امکان بازیابی متون کامل کلیه پتنت‌های این حوزه شامل پتنت‌های ثبت شده، در حال ثبت در دفاتر پتنت سراسر دنیا (نه فقط محدود به یک کشور اروپایی یا امریکایی) و نیز تقاضانامه‌های ثبت اختراع در دفاتر منطقه‌ای نظیر دفتر پتنت اروپا و نیز درخواست‌هایی که از طریق PCT اقدام و در سازمان جهانی مالکیت فکری (وایپو^۳) تشکیل پرونده شده‌اند، از مزایای مهم آن محسوب می‌شود.

مرحله پنجم

در مرحله آخر که مربوط به تحلیل اطلاعات گردآوری شده است، اطلاعات استخراج شده در نرم‌افزار صفحه گسترده جمع‌آوری شد و اطلاعات پتنت‌های گردآوری شده در سطح استراتژیک تحلیل و ارزیابی شد که نتایج آن در ادامه ارائه شده است.

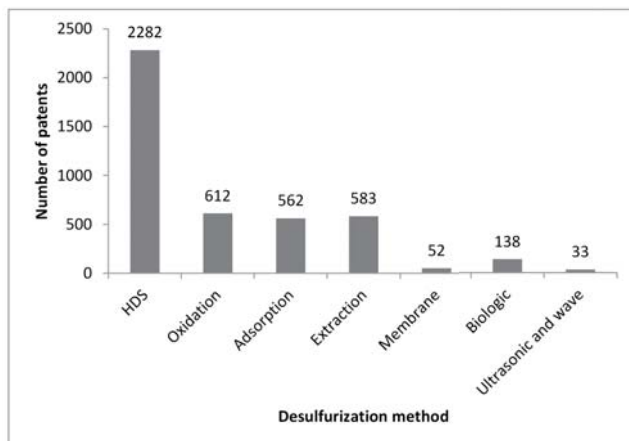
نتایج و بحث

روند زمانی و تعداد ثبت اختراعات

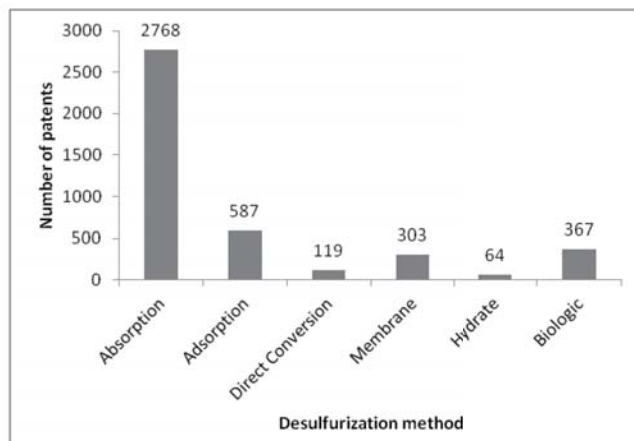
بر پایه نتایج حاصل از این پژوهش، در حوزه فناوری‌های مربوط به حذف ترکیبات گوگردی از هیدروکربن‌های گازی شکل، حداقل تعداد ۴۲۰۸ پتنت منتشر شده است. در شکل (۴)، تعداد اختراعات ثبت شده به تفکیک هریک از این فناوری‌ها نشان داده شده است. همان‌طور که از روی شکل

1. Orbit
2. Questel

3. (WIPO)
4. Priority Date



شکل ۵: تعداد اختراعات ثبت شده مربوط به فناوری های مختلف گوگردزدایی از مایعات هیدروکربنی



شکل ۴: تعداد اختراعات ثبت شده مربوط به فناوری های مختلف گوگردزدایی از جریان های هیدروکربنی

رشد مربوط به فرایند جذب درون مایع می شود که بالاترین تعداد ثبت اختراعات را در کل نیز داشته است. با توجه به آمار ذکر شده می توان گفت علی رغم این که فرایند جذب درون مایع فرایند بالغی محسوب می شود، نرخ رشد بالای ثبت اختراعات مربوط به آن نشان می دهد که جذابیت های فرایند مذکور به لحاظ جنبه های نوآوری موجب شده است که هنوز سرمایه گذاری زیادی در آن انجام شود. این امر با توجه به اطلاعات فناوری های مربوط به مایعات (در ادامه ارائه شده است) که در بین آنها فرایند بالغ گوگردزدایی هیدروژنی رشد منفی در ثبت اختراعات نشان داده است نیز قابل تأیید است.

در بین فرایندهای با کمتر از ۳۰۰ اختراع چهار فرایند گوگردزدایی بیولوژیک، گوگردزدایی از طریق تشکیل هیدرات، تبدیل مستقیم و غشایی قرار گرفتند که متوسط تعداد اختراعات آنها بسیار پایین تر از شاخص توزیع ۳۰۰ است و در این گزارش به عنوان فرایندهای در مرحله نوزادی یا رشد در نظر گرفته شده اند. در بین این فرایندهای نوپا، فرایندهای بیولوژیک با تعداد ۲۲۵ اختراع و درصد رشد حدود ۷۸ درصد در رتبه نخست قرار دارد و پس از آن، جداسازی با هیدرات علی رغم تعداد کمتر اختراعات نسبت به فرایندهای تبدیل مستقیم و غشا درصد رشد بالاتری نشان داده است. توجه به این نکته ضروری است که فرایندهای تبدیل مستقیم و

از شاخص توزیع^۱ قرار دارند و در دسته دوم فناوری هایی که تعداد ثبت اختراع پایین تر از شاخص توزیع است و به بیان دیگر، فرایندهای نوپایی به حساب می آیند. پس از طبقه بندی اختراعات در این دو دسته، پارامتری به نام درصد رشد برای هر فرایند تعریف شد که طبق تعریف از رابطه زیر قابل محاسبه است:

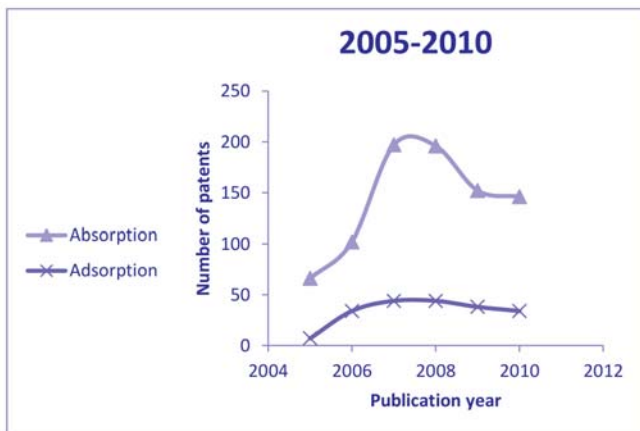
$$\text{تعداد پتنت ها در بازه } (۱۹۹۹-۲۰۰۴) / (۱۰۰ \times \text{تعداد پتنت ها در بازه } (۲۰۰۴-۱۹۹۹)) - \text{تعداد پتنت ها در بازه } (۲۰۱۰-۲۰۰۵) = \text{درصد رشد}$$

حوزه گوگردزدایی از هیدروکربورهای گازی

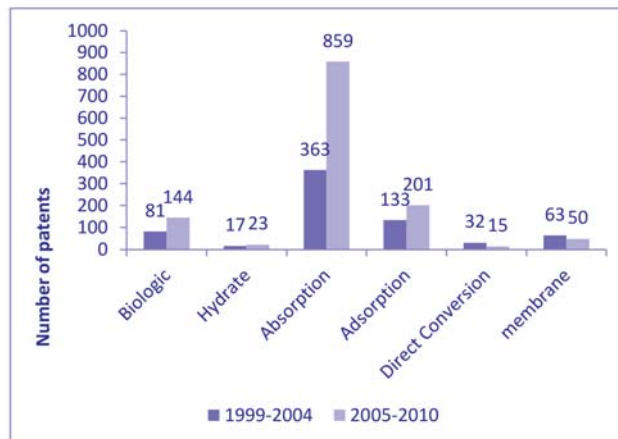
در حوزه شیرین سازی گازها فرایندهای جذب درون مایع و جذب بر بستر جامد به ترتیب با مجموع تعداد اختراع ۱۲۲۲ و ۳۳۴ مورد در دوره ۱۲ ساله، در دسته نخست قرار می گیرند که در این گزارش فناوری های بالغ نامیده شده اند. در بین این فرایندها جذب درون مایع با درصد رشد ۱۳۶/۶ بیشترین و جذب بر بستر جامد با مقدار ۵۱/۱۳ کمترین میزان رشد را در دو محدوده ۶ ساله به خود اختصاص داده اند. با توجه به تقسیم بندی های مذکور، در شکل های (۶ تا ۸) تعداد اختراعات مربوط به هر فرایند نشان داده شده است.

بر اساس این نتایج و مقایسه آنها با نمودار تعداد کل اختراعات، می توان نتیجه گیری کرد که در حوزه گازها بیشترین

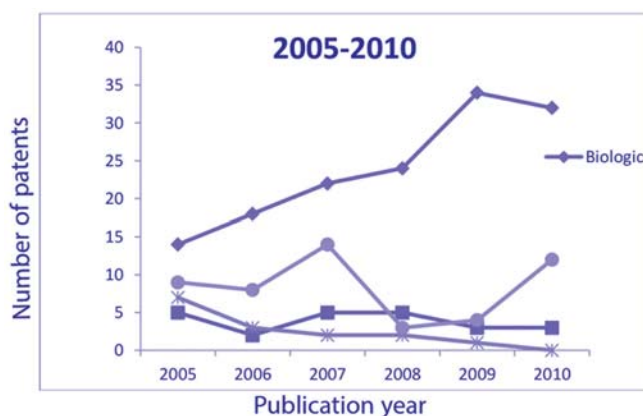
۱. که این شاخص توزیع در فرایندهای گوگردزدایی از مایعات هیدروکربنی با توجه به تعداد کل پتنت ها در بازه ۱۲ ساله ۱۹۹۹-۲۰۱۰ (بازه مورد بررسی) ۲۰۰ و در مورد فرایندهای گوگردزدایی از گازهای هیدروکربنی ۳۰۰ در نظر گرفته شده است. برای مثال، تعداد کل اختراعات مربوط به فرایندهای شیرین سازی گاز ۱۹۸۱ مورد بوده است که شاخص توزیع آن برای شش فرایند این حوزه ۳۳۰/۱۷ محاسبه شده است که بر این اساس حد نصاب ۳۰۰ در نظر گرفته شده است.



شکل ۷: روند زمانی اختراعات ثبت شده در حوزه گوگردزایی از گازهای هیدروکربنی برای فرایندهای دسته اول



شکل ۶: تعداد اختراعات گوگردزایی از هیدروکربورهای گازی در بازه های زمانی شش سال



شکل ۸: روند زمانی اختراعات ثبت شده در حوزه گوگردزایی از گازهای هیدروکربنی برای فرایندهای دسته دوم

هیدروکربورهای مایع، فرایندهای هیدروتریتینگ، جذب بر بستر جامد، اکسیداسیون و استخراج با توجه به این که تعداد مجموع اختراع بیشتری از شاخص توزیع ۲۰۰ اختراع دارند در دسته بندی اول قرار می گیرند. تعداد کل اختراعات مربوط به هر فرایند در جدول (۱) نشان داده شده است. در این جدول درصد رشد فرایندهای مذکور نیز ارائه شده است که بر این اساس، فرایند استخراج در رتبه اول و پس از آن فرایندهای جذب بر بستر جامد و اکسیداسیون که به لحاظ ماهیت نیز به یکدیگر شبیه هستند^۱، در رتبه بعدی قرار می گیرند. در این بین، درصد

غشایی به ترتیب درصد رشدی برابر با ۵۳/۱۳- و ۲۰/۶۳- را در بازه زمانی مورد بررسی نشان داده اند. البته در این موارد با توجه به نوپایی و تعداد کم اختراعات ثبت شده و این که فرایند هنوز به مرحله تعادلی بلوغ نرسیده است، اظهار نظر مشکل و شاید تصمیم گیری دقیق تر نیازمند ادامه این مطالعه در سال های آتی یا بررسی های موازی در حوزه مطالعات بازار و پایش تجاری فرایندهای مذکور باشد.

حوزه گوگردزایی از هیدروکربورهای مایع

براساس الگویی مشابه در حوزه گوگردزایی از

۱. فرایندهای جذب بر بستر جامد اغلب شامل فرایند اکسیداسیونی نیز می شوند.

جدول ۱: تعداد و درصد رشد اختراعات مربوط به گوگردزایی از مایعات هیدروکربنی برای فرایندهای دسته اول

فرایند	هیدروتريتینگ	جذب بر بستر جامد	اکسیداسیون	استخراج*
مجموع پتنت‌ها در بازه ۱۹۹۹-۲۰۱۰	۵۷۶	۴۳۳	۲۸۳	۱۹۰
درصد رشد	-۴۹/۲۱	۱۴/۳۶	۱۴/۳۹	۲۰/۹۳

*فرایند استخراج به دلیل نزدیکی به شاخص توزیع ۲۰۰ نیز در دسته اول طبقه‌بندی شده است.

رشد فرایند هیدروتريتینگ که بیشترین تعداد کل پتنت‌ها را براساس نمودار (۴) نشان داده است، ۴۹/۲۱- درصد است که بیانگر کاهش تعداد اختراعات این فرایند بالغ در دوره مورد بررسی است. در عوض، بیشترین رشد مربوط به فرایند استخراج است که از نظر تعداد کل پتنت‌ها در جایگاه آخر قرار دارد.

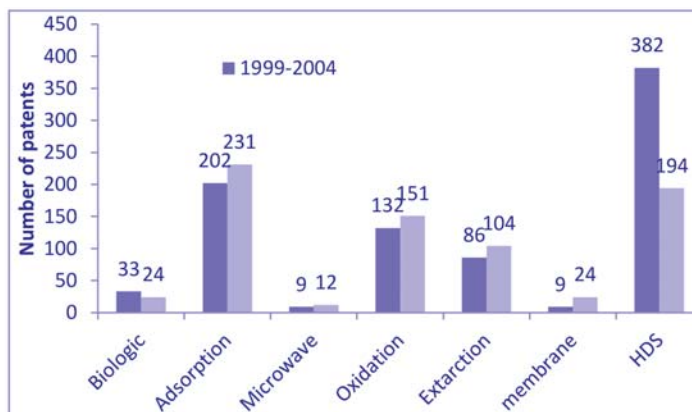
در دسته‌بندی دوم حوزه گوگردزایی از هیدروکربورهای مایع فرایندهای بیولوژیک، جداسازی غشایی و امواج مافوق صوت به ترتیب با تعداد کل اختراعات ۵۷، ۳۳ و ۲۱ مورد قرار می‌گیرند. از منظر درصد رشد، فرایندهای غشایی با ۱۶۷ درصد

رشد در رتبه اول قرار گرفته‌اند و پس از آن، فرایندهای بر پایه امواج مافوق صوت با ۳۳/۳ درصد رشد جایگاه دوم را دارند. در این بین، فرایندهای بیولوژیک علی‌رغم تعداد بیشتر پتنت‌های به ثبت رسیده، درصد رشد ۲۷/۲- را نشان می‌دهد. همان‌طور که پیش از این اشاره شد اظهارنظر در خصوص دلایل رشد منفی و تحلیل معنادار بودن درصدهای رشد مذکور نیازمند بررسی‌های بیشتر در حوزه‌های مختلف از قبیل بازار یا حتی در برخی موارد استانداردهای زیست‌محیطی یا شاخص‌های انرژی است که هر کدام در سال‌های مختلف می‌تواند تأثیرات بسزایی در روند کاهشی یا افزایشی ثبت اختراعات در فرایندهای مختلف داشته باشد. نمودار تعداد اختراعات و روند زمانی فرایندهای گوگردزایی از مایعات هیدروکربنی در نمودارهای (۹ تا ۱۱) نشان داده شده است.

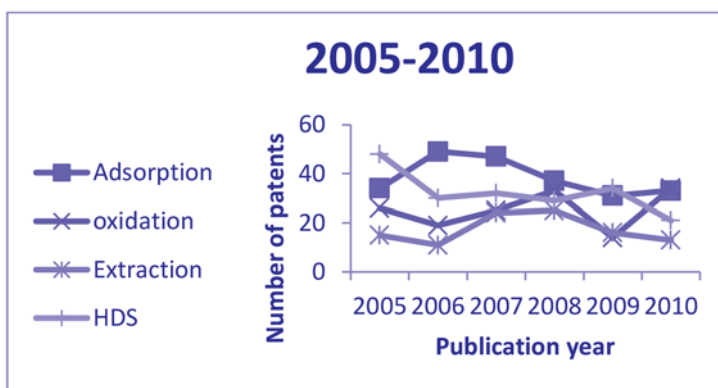
گستره جغرافیایی و شرکت‌های فعال

یکی دیگر از جنبه‌های مهم تحلیل اطلاعات پتنت بررسی کشورهای هدف با بیشترین تعداد ثبت اختراعات در حوزه خاص؛ با این توضیح که انتخاب کشورهای محل ثبت

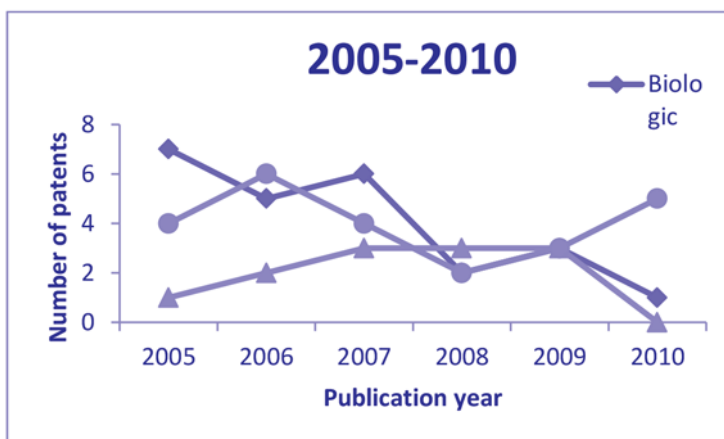
1. patent cooperation treaty



شکل ۹: تعداد اختراعات گوگردزدایی از مایعات هیدروکربنی در بازه‌های زمانی شش ساله



شکل ۱۰: روند زمانی اختراعات ثبت شده در حوزه گوگردزدایی از مایعات هیدروکربنی برای فرایندهای دسته اول



شکل ۱۱: روند زمانی اختراعات ثبت شده در حوزه گوگردزدایی از مایعات هیدروکربنی برای فرایندهای دسته دوم

شرکت نفت فیلیپس^۱، مؤسسه نفت فرانسه^۲ و شرکت‌های ژاپنی هیتاچی^۳، میتسوبیشی^۴ و شرکت صنایع آب کوریتا^۵ که از دهه‌ی ۶۰ وارد بازار توسعه فرایندها شده است؛ به خصوص در این بین، فرایندهای مربوط به صنایع کاغذ و خمیر کاغذ، پتروشیمی و فولاد بیش‌ترین تعداد ثبت اختراعات را به خود اختصاص داده‌اند. زمینه فعالیت شرکت نفت فیلیپس (در حال حاضر با نام کونوکو فیلیپس)، که بیشترین تعداد ثبت اختراع را در فرایندهای گوگردزایی تبدیل مستقیم داراست، بر روی اکتشاف، توسعه و تولید نفت خام و گاز طبیعی در مناطق نفت‌خیز سرتاسر جهان است.

فرایندهای گوگردزایی از هیدروکربورهای مایع

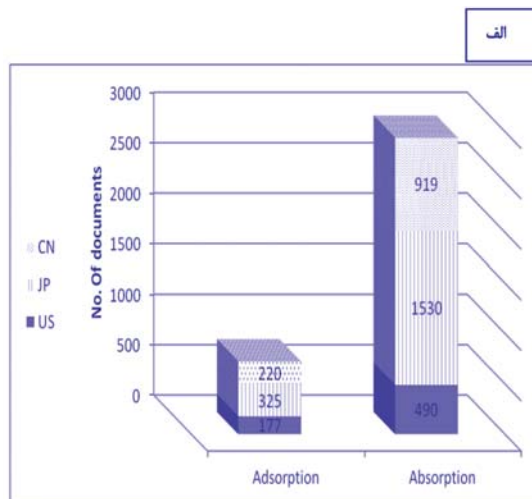
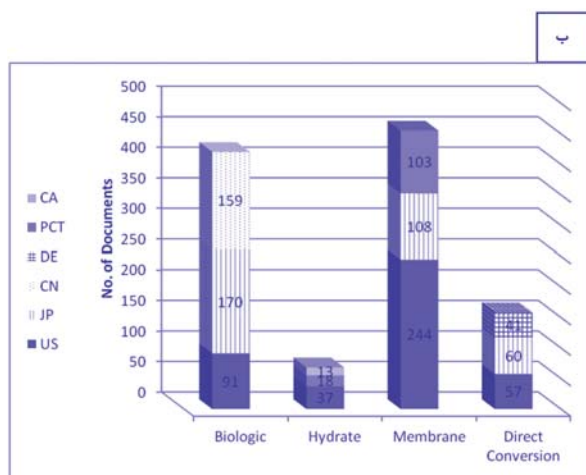
به همین صورت، شکل (۱۵ الف و ب) سه کشور برتر هدف برای هر یک از فرایندهای گوگردزایی از هیدروکربورهای مایع به تفکیک، نشان می‌دهد.

همچنین نمودار (۱۶ الف و ب) آمار اختراعات سه شرکت فعال با بیش‌ترین تعداد پتنت‌ها در هر یک از فرایندهای حوزه‌های گوگردزایی از هیدروکربورهای مایع را به تفکیک نشان می‌دهد. بررسی در خصوص فعال‌ترین شرکت‌ها در حوزه گوگردزایی از خوراک‌های هیدروکربنی مایع در فرایندهای دسته اول یا

در اختیار عموم مردم قرار گیرد. لذا دسترسی به اطلاعات اختراعات کشورهای از این دست بسیار مشکل و حتی در مواردی غیرممکن است. این امر تا حدی باعث دقیق نبودن نتیجه‌گیری‌های به عمل آمده در ارتباط با حوزه جغرافیایی تحت حمایت فناوری مورد نظر می‌شود. اما از سوی دیگر، می‌توان استدلال کرد که اکثر 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.

فرایندهای گوگردزایی از هیدروکربورهای گازی

نمودار (۱۳ الف و ب) سه کشور برتر هدف را برای هر یک از فرایندهای گوگردزایی از هیدروکربورهای گازی نشان می‌دهد. توضیح این‌که جهت امکان مقایسه بهتر، نمودارها بر اساس فرایندهای بالغ (شکل الف) و نوپا (شکل ب) نشان داده شده‌اند. شکل (۱۴ الف و ب) بیانگر آمار اختراعات سه شرکت فعال با بیشترین تعداد پتنت‌ها در زمینه گوگردزایی از هیدروکربورهای گازی در هر یک از فرایندهای مورد بررسی است. در حوزه گوگردزایی از گاز، شرکت‌ها و مؤسساتی همچون

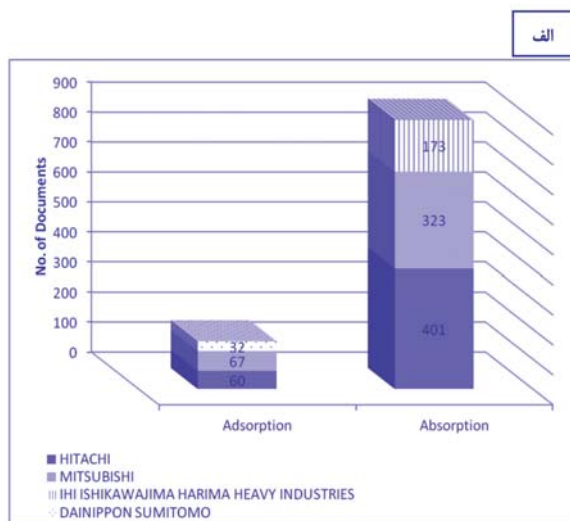
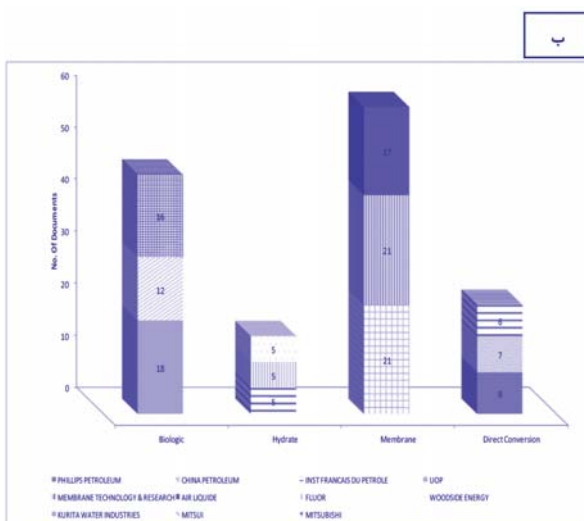


شکل ۱۳: تعداد اختراعات فرایندهای گوگردزایی از گازهای هیدروکربنی در سه کشور برتر هدف*

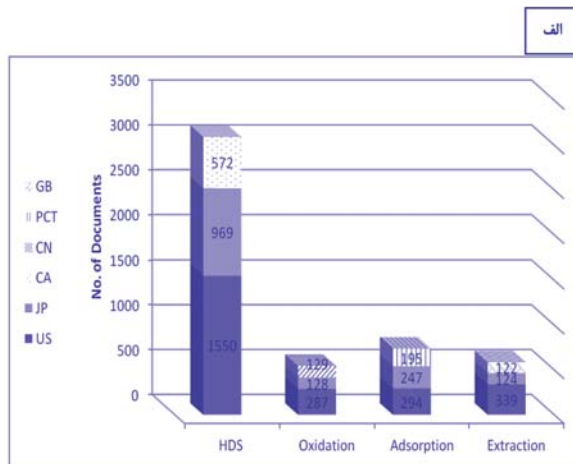
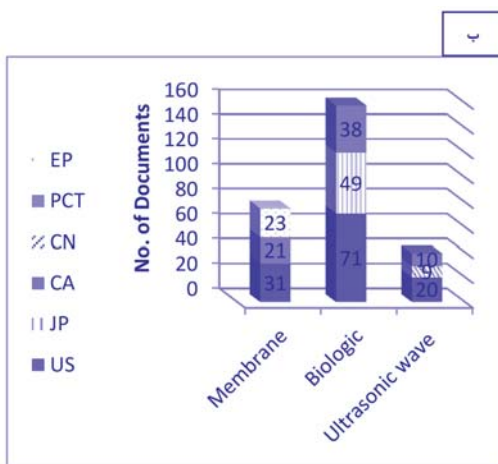
*در شکل CA، DE، CN، JP و US به ترتیب نماد کشورهای کانادا، آلمان، چین، ژاپن و امریکاست.

1. Phillips Petroleum Company (Conoco Phillips)
2. Inst Francais Du Petrole (French Institute Of Petroleum, IFP)
3. Hitachi

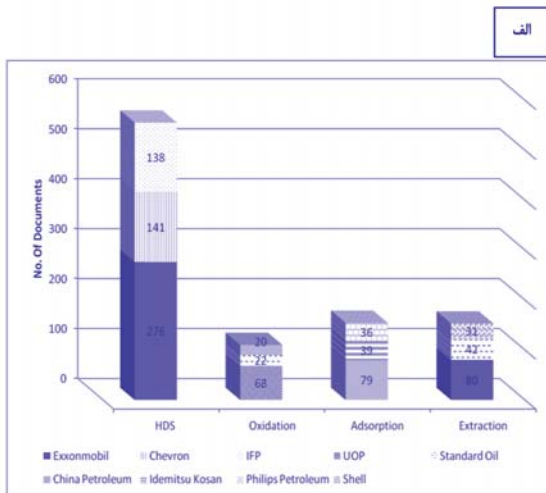
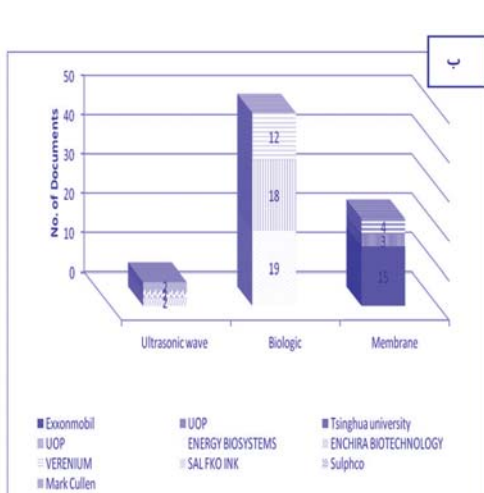
4. Mitsubishi
5. Kurita Water Industries Ltd.



شکل ۱۴: تعداد اختراعات سه شرکت فعال در حوزه گوگردزایی از هیدروکربورهای گازی



شکل ۱۵: تعداد اختراعات فرایندهای گوگردزایی از هیدروکربورهای مایع در سه کشور برتر هدف



شکل ۱۶: تعداد اختراعات سه شرکت فعال برتر در حوزه گوگردزایی از هیدروکربورهای مایع

برترین کدهای طبقه‌بندی اختراعات

در جدول (۲ و ۳) کدهای طبقه‌بندی اختراعات (IPC) و تعاریف آن‌ها [۲۸] مربوط به بیشترین تعداد اختراعات دو حوزه گوگردزدایی از مایعات و گازهای هیدروکربنی به تفکیک ارائه شده است. تعداد اختراعات مربوط به هر کد معیاری از تمرکز اختراعات و نوآوری‌ها به لحاظ فنی است و تقسیم‌بندی بر این اساس، یک دید کلی از جهت‌گیری فنی اختراعات به دست می‌دهد. توضیح این‌که از بین کدهای مورد بررسی در مطالعه حاضر، تنها کدهای مربوط به بیشترین تعداد ارائه شده و تعداد اختراعات مربوط به سایر کدها به دلیل تعدد زیرگروه‌ها و کلاس‌ها آورده نشده است.

نتیجه‌گیری

بر مبنای نمودارهای بالا، به نظر می‌رسد در بین فرایندهای بالغ جهت شیرین‌سازی گاز، فرایندهای جذب در مایع به دو صورت

بالغ نشان می‌دهد که شرکت امریکایی اکسون موبیل^۱، شرکت چند ملیتی یواوپی^۲ که قبلاً با نام یونیورسال اوایل پروداکتس^۳ شناخته می‌شد و شرکت ملی نفت چین^۴ که به عنوان بزرگ‌ترین شرکت انرژی جمهوری خلق چین محسوب می‌شود، در حکم فعال‌ترین شرکت‌ها در ثبت اختراعات در این حوزه مطرح هستند. در دسته دوم یا فرایندهای نوپا، شرکت اکسون موبیل همچنان با ثبت بیشترین تعداد پتنت مربوط به فرایندهای غشایی از فعالان این حوزه محسوب می‌شود. شرکت بایوسستمز که در سال ۲۰۰۰ به انکیرابایوتکنولوژی^۵ تغییر نام داده است، بیشترین تعداد پتنت‌های مربوط به گوگردزدایی بر مبنای فرایندهای بیولوژیک به خود اختصاص داده است. سازمان انرژی امریکا (DOW) نیز، در سال ۲۰۰۰ مبلغ ۹۰۰ هزار دلار را با هدف پژوهش گوگردزدایی بیولوژیکی از بنزین به این شرکت اعطا کرد [۲۷].

جدول ۲: برترین کدهای طبقه‌بندی اختراعات در حوزه گوگردزدایی از مایعات هیدروکربنی

Rank	Process	IPC code	Description	#Doc
1	Absorption	C10G-045/02	Refining of hydrocarbon oils using hydrogen or hydrogen-generating compounds, to eliminate hetero atoms without changing the skeleton of the hydrocarbon involved and without cracking into lower boiling hydrocarbons;	1124
2	Oxidative desulfurization	C10G-027/00	Refining of hydrocarbon oils, in the absence of hydrogen, by oxidation;	412
3	Adsorption	C10G-025/00	Refining of hydrocarbon oils, in the absence of hydrogen, with solid sorbents;	469
4	Extraction	C10G-021/00	Refining of hydrocarbon oils, in the absence of hydrogen, by extraction with selective solvents;	293
5	Membrane process	C10G-031/00	Refining of hydrocarbon oils, in the absence of hydrogen, by methods not otherwise provided for;	38
6	Bio-desulfurization	C10G-032/00	Refining of hydrocarbon oils by electric or magnetic means, by irradiation, or by using microorganisms;	89
7	Ultrasound-assisted desulfurization	C10G-032/00	Refining of hydrocarbon oils by electric or magnetic means, by irradiation, or by using microorganisms;	18

1. Exxon mobil 2. Priority date

2. UOP

3. Universal oil products

4. China Petroleum (China National Petroleum Corporation)

5. Enchira biotechnology

جدول ۳: برترین کدهای طبقه‌بندی اختراعات در حوزه گوگردزدایی از گازهای هیدروکربنی

Rank	Process	IPC code	Description	#Doc
1	Absorption	B01D-053/50	Separation of gases or vapors, Chemical or biological purification of waste gases, Removing components of defined structure, Sulfurcompounds, Sulfur oxides;	1740
2	Adsorption	B01D-053/50	Separation of gases or vapors, Chemical or biological purification of waste gases, Removing components of defined structure, Sulfurcompounds, Sulfur oxides;	238
3	Direct Conversion	B01D-053/86	Separation of gases or vapors, Chemical or biological purification of waste gases, General processes for purification of waste gases, Catalytic processes;	45
4	Membrane process	B01D-053/22	Separation of gases or vapors, by diffusion;	238
5	Hydrate	C10L-003/00	Gaseous fuels;	24
6	Bio-desulfurization	B01D-053/52	Separation of gases or vapors, Chemical or biological purification of waste gases, Removing components of defined structure, Sulfurcompounds, Hydrogen sulfide;	95

با توجه به حجم منابع گاز و نفت ایران و همچنین برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته در شرکت ملی نفت ایران و شرکت‌های وابسته در خصوص توسعه فناوری‌های گوگردزدایی و خالص‌سازی منابع مذکور به منظور افزایش بهره‌برداری از آن‌ها، انجام این پژوهش و هوشمندی فناوری مبتنی بر آن می‌تواند در مسیر جهت‌دهی به پروژه‌های آتی و تصمیم‌گیری‌های مؤثر در این حوزه تأثیرگذار باشد.

جذب توسط حلال شیمیایی و فیزیکی و جهت گوگردزدایی از خوراک‌های هیدروکربنی مایع، فرایندهای استخراج و جذب سطحی عرصه‌های مورد توجهی برای مخترعان حوزه گوگردزدایی به حساب می‌آیند و روند نوآوری‌های این حوزه رو به افزایش است. در دسته‌بندی فرایندهای نوپا و در حال رشد نیز که سرمایه‌گذاری کم‌تری در آن‌ها انجام شده است، به ترتیب فرایندهای بیولوژیک جهت شیرین‌سازی گاز و فرایندهای غشایی جهت گوگردزدایی از مایعات، درصد رشد اختراعات بالاتری نشان داده‌اند.

منابع

۱. پایگاه اطلاع‌رسانی دولت به نقل از مدیر عامل شرکت ملی گاز، کد خبر : ۲۱۳۰۶۷، ۲۴ اسفند ۱۳۹۰، قابل بازیابی از طریق آدرس <http://www.dolat.ir/NSite/FullStory/?Id=213067>
2. Lockhart T., Crescenzi F, Encyclopedia of hydrocarbons, vol. 3, 2007, pp. 237-264
3. Bagheri S.K. et al., "Patent Analysis in Research Institutes of Developing Countries", 14th International Conference for "Management of Technology", IAMOT, Vienna, Austria, 2005, pp. 22-26.
۴. سید کامران باقری، لیلا بدایغی، «استفاده از تحلیل پتنت به عنوان یکی از منابع اصلی اطلاعات تکنولوژی در صنعت برق»، مجموعه مقالات هفدهمین کنفرانس بین‌المللی برق، تهران، ۱۳۸۱، صفحات ۸۶-۷۵.
۵. علی فرقانی، «بررسی و تحلیل کاربردهای تحلیل پتنت در مراکز تحقیقاتی کشور»، رشد فناوری، شماره ۱۳، ۱۳۸۶، صفحات ۱۰-۴.
۶. سید کامران باقری، شیرین علیخانی، احمد فاضلی، مهدیه فرازکیش، عاطفه سلیمی، «تحلیل پتنت‌های مربوط به الماسواره‌ها»، نخستین کنگره بین‌المللی نانوفناوری و کاربردهای آن در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، تهران، ۱۳۸۵.
۷. ابراهیم عنایتی، «روند جهانی پتنت‌های فناوری نانو»، سال هشتم، شماره ۱۴۳، ۱۳۸۸، صفحات ۴۰-۴۲.

8. Bernd, F. et al., "Patent portfolio analysis as a useful tool for identifying R&D and business opportunities—an empirical application in the nutrition and health industry", *World Patent Information*, 28, 2006, pp. 215–225
9. Pilkington, A., "Technology portfolio alignment as an indicator of commercialization: an investigation of fuel cell patenting", *Technovation*, 24, 2004, pp. 761–771
10. Bonino, D., "Review of the state-of-the-art in patent information and forthcoming evolutions in intelligent patent informatics", *World Patent Information* 32, 2010, 30–38
11. A.Pilkington, L. Lee, C. Chan and S. Ramakrishna, "Defining Key Inventors: A Comparison of Fuel Cell and Nanotechnology Industries," *Technology Forecasting and Social Change*, Vol. 76, No. 1, 2008, pp. 118-127
12. A.Pilkington, R.Dyerson, "Innovation in Disruptive Regulatory Environments: A Patent Study of Electric Vehicle Technology Development," *European Journal of Innovation Management*, Vol. 9, No.1, 2006, pp. 79-91.
13. A.Pilkington, C.Liston-Heyes, "Inventive Concentration: An Analysis of Fuel Cell Patents," *Science and Public Policy*, Vol. 31, 2004. No.1, pp. 15-25
14. A.Pilkington, "The Electric Vehicle: Patent data as Indicators of Technological Development", *World Patent Information*, Vol. 24, No.1, 2002, pp.5-12
15. Daniele Archibugi, Mario Planta, "Measuring technological change through patents and innovation surveys" *Technovation*, Volume 16, Issue 9, September 1996, pp. 451-468
16. A.Pilkington, "Patent Data as a Source for Technological Roadmaps", *IEEE Engineering Management Conference*, Cambridge, 2002.
17. Yuen-Hsien Tseng, Chi-Jen Lin, Yu-I Lin, "Text mining techniques for patent analysis", *Information Processing and Management* 43, 2007, pp. 1216–1247.
18. Holger Ernst, Nils Omland, "The Patent Asset Index – A new approach to benchmark patent portfolios", *World Patent Information* Vol. 33, 2011, pp.34-41.
19. Kirsch, Gregory J. and Charley F. Brown. "Using Patents in Competitive Intelligence," *SCIP Competitive Intelligence Magazine* 9, No.1 (Jan.-Feb. 2006), pp. 17-21.
20. Andy Gibbs, "Strategic Approaches to Using Patent Information", April 28, 2009, pp. 1-6, last seen on December 14, 2009, Available from the website: <http://www.cafezine.com/depts/article.asp?id=14857&deptid=3>
۲۱. الناز پاشایی، مریم رشتچی، مرتضی رضایپور، مریم توکل مقدم، «روند پیشرفت فناوری هیدرات گازی: تحلیل اسناد ثبت اختراع»، نشریه مهندسی شیمی ایران، در نوبت چاپ.
22. Thomas Lockhart, Francesco Crescenzi, "Encyclopaedia of Hydrocarbons", Vol. 3, Section 3.3., ENI, 2007, pp. 237-264.
23. I.V. Babich, J.A. Moulijn, "Science and technology of novel processes for deep desulfurization of oil refinery streams: a review", *Fuel* 82, 2003, pp. 607–631.
24. Peter Christie, "UK Process Plant Capability - Removal of Sulphur from Oil and Gas Fuels and Sulphur Recovery", *Faraday Management Solutions Ltd.*, 2003.
25. Schwander P. An, "evaluation of patent searching resources: comparing the professional and free on-line databases", *World Patent Information*, 22(3), 2000, pp. 147-165.
26. Gerald R.Black. "Keyword Patent Searching Online - a Workbook" 120 pages www.keypatent.net
27. The Oil and Gas Journal, August 07, (2000) available at: <http://www.accessmylibrary.com/article-1G1-64342013/us-doe-awardhiodesullurization.html>
28. International patent classification, World Intellectual Property Organization (WIPO), 2013, available at: http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/support/news/2013/news_0001.html