



شناسایی شکاف‌ها و فرصت‌های فناوری‌های برق خورشیدی با استفاده از تحلیل محتوای اسناد ثبت اختراع

زهره بیانلو^۱، حبیب زارع احمدآبادی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۲۲

چکیده

شناسایی شکاف‌ها و فرصت‌ها در حوزه‌های مختلف فناوری، جایگاه ویژه‌ای دارد. این فرآیند در موضوعاتی همچون بحران جهانی انرژی و نیز مشکلات زیست محیطی موجود مانند گرمایش زمین، گازهای گلخانه‌ای، آلودگی هوا و غیره اهمیتی دوچندان دارد. لزوم استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند سیستم‌های برق خورشیدی بعنوان روش جایگزین سوخت‌های فسیلی با توجه به هزینه‌های پایین تعمیر و نگهداری، عدم نیاز به مواد سوختی و عدم وابستگی به برق شهری، بیشتر احساس می‌شود. در مطالعه حاضر با هدف شناسایی نوآوری‌های فناوری برق خورشیدی، پایگاه ثبت اختراع آمریکا (USPTO) به عنوان جامعترین پایگاه ثبت اختراع بین‌المللی، مورد جستجو قرار گرفت و تمامی اسناد ثبت اختراع موجود و مرتبط با حوزه یادشده در فاصله سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶ شناسایی گردید. در ادامه با استفاده از نظر خبرگان این حوزه، متن کاوی و تحلیل خوشه‌ای اسناد ثبت اختراع، حوزه‌های پژوهشی مدنظر مخترعان، شکاف‌های پژوهشی و نیز فرصت‌های پژوهشی نوآورانه شناسایی گردید. نتایج این پژوهش می‌تواند در شناسایی فرصت‌های سرمایه‌گذاری جدید در بخش تحقیق و توسعه فناوری برق خورشیدی مفید باشد.

واژگان کلیدی: فرصت‌های فناوری، نوآوری، سند ثبت اختراع، برق خورشیدی، خوشه‌بندی K میانگین

۱- مقدمه

پیشرفت علمی و فناوری در عصر حاضر، باعث تغییرات گسترده‌ای در زندگی بشری شده است. در واقع با نفوذ دانش و فناوری در جنبه‌های مختلف زندگی، انسان قادر شده است تا با دستیابی به علوم مختلف و آگاهی از نحوه به کارگیری آن‌ها، تا حدی پدیده‌های جهان طبیعت را در کنترل خود درآورد و شیوه زیستن خود را متحول نماید. بنابراین توجه به ابعاد علوم و شناختن عوامل تاثیرگذار بر زندگی بشر، امری ضروری و حیاتی است (زارع بنادکوکي و همکاران، ۱۳۸۹).

اسناد ثبت اختراع، سرشار از دانش فنی و تجاری هستند (Taduri, 2010) و اطلاعاتی که در آنها وجود دارد اغلب در مدارک دیگر یافت نمی‌شود. در حال حاضر، ۸۰ درصد دانش فنی را فقط می‌توان در اسناد ثبت اختراع یافت (Blackman, 1995).

اسناد ثبت اختراع و اطلاعات موجود در آنها با بالا گرفتن بحث دستیابی به فناوری، به عنوان منبعی راهبردی، نقشی مهم در سیاست‌گذاری فعالیت‌های شرکت‌ها و سازمان‌ها ایفا می‌کنند. از این رو، دستیابی به فناوری نهفته در اسناد ثبت اختراع اهمیت فزاینده‌ای دارد و شرکت‌ها و سازمان‌ها به طور جدی در این زمینه سرمایه‌گذاری می‌کنند.

تجزیه و تحلیل اختراعات، ابزاری مناسب برای مدیریت فرآیندهای تحقیق و توسعه و تحلیل فناوری است (Taduri, 2010). این مدارک دارای حجم عظیمی از داده‌های ساختاریافته و ساختارنیافته هستند که ابزارهایی هوشمند برای تجزیه و تحلیل لازم دارند (Abbas et al, 2014). البته این اسناد تاکنون از زوایای مختلف و با اهداف گوناگون تجزیه و تحلیل شده‌اند (Neuhusler et al, 2011)؛ به عنوان مثال می‌توان به این اهداف اشاره نمود: شناسایی تغییرات و روند فناوری، توضیح جنبه‌های نوآوری یک فناوری، شناسایی اثرات اقتصادی فناوری، ارزیابی رقابت‌های فناوری در سطح ملی، اولویت‌بندی فعالیت‌های تحقیق و توسعه، شناسایی فرصت‌های فناوری، ارزیابی رقابت‌های فناوری در سطح سازمان‌ها، شناسایی موقعیت کشورها در یک صنعت خاص، شناسایی جزئیات فنی و روابط فناوری، شناسایی رویکردهای تجاری و تصمیم‌گیری برای سیاست‌های سرمایه‌گذاری (Lee & Park, 2009).

موضوع شناسایی شکاف‌ها و فرصت‌های فناوری در علوم و حوزه‌های مختلف پژوهشی، جایگاه ویژه‌ای دارد. در میان حوزه‌های مختلف پژوهشی، بدون شک انرژی‌های تجدیدپذیری مانند انرژی خورشید، انرژی باد، انرژی زمین گرمایی، انرژی اتمی و ... که نقش تعیین‌کننده‌ای در حل مشکلات زیست محیطی و بحران انرژی جهان دارند، از اهمیت دوچندان برخوردار هستند. این نوع انرژی، مجالی برای فراهم نمودن انرژی کافی و ایمن فراهم می‌آورد، بنابراین فرصتی برای توسعه صلح آمیز و ایمنی بیشتر خلق خواهد کرد.

نگاه ویژه به فناوری برق خورشیدی به عنوان فناوری نوین و جایگاه آن در پژوهش‌های اخیر، نشان‌دهنده اهمیت بالای آن در جهان امروز است. پایش و تحلیل نوآوری فناورانه و مطالعاتی که در زمینه برق خورشیدی در سطح جهان رخ می‌دهد، می‌تواند در جهت‌دهی به مراکز علمی و پژوهشی و انتخاب هوشمندانه پروژه‌های پژوهشی کمک کند. از سوی دیگر، معمولاً پژوهش‌ها متمرکز بر علوم و فناوری‌هایی هستند که عمدتاً در مرحله طفولیت چرخه عمر خود به سر می‌برند و این امر عدم قطعیت و مخاطره نهفته در پروژه‌های پژوهشی و به دنبال آن خطر شکست آن‌ها را به شدت افزایش می‌دهد.

مطالعه حاضر با هدف تحلیل اختراع‌های ثبت شده در زمینه فناوری برق خورشیدی، رویکرد تحلیل اسناد ثبت اختراع را به عنوان ابزاری موثر در فرآیند شناسایی شکاف‌ها و فرصت‌های فناوری جهت شناسایی روند حاکم بر توسعه نوآوری‌های این فناوری و جایگاه پژوهش‌های فعلی بکار گرفته است؛ چرا که اطلاعاتی که در این اسناد اختراع‌ها گردآوری شده‌اند به خوبی بیانگر وضعیت پژوهش‌ها مورد نظر در سطح جهانی است. به طور شفاف، این پژوهش به دنبال پاسخ به سه سوال اصلی زیر است:

۱- روند گذشته تولید اسناد ثبت اختراع در فناوری برق خورشیدی چگونه است؟

۲- ترکیبات پوشش داده شده از مفاهیم و عبارات علمی شکل‌دهنده محتوای اسناد ثبت اختراع در گذشته چه هستند؟

۳- شکاف‌های پژوهشی این حوزه کدام هستند و ترکیبات پیشنهادی از مفاهیم و عبارات علمی

شکل‌دهنده محتوای اسناد ثبت اختراع برای جهت‌دهی به اختراعات آتی شامل چه مواردی است؟

نتایج حاصل از این بررسی می‌تواند در کشف و شناسایی شکاف‌های پژوهشی و فرصت‌های نوآورانه و سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه در این قلمرو بسیار مفید باشد. نوآوری این پژوهش نسبت به مطالعات پیشین، تحلیل نسل‌های سه‌گانه فناوری برق خورشیدی (سیلیکون‌های کریستالی، لایه نازک‌ها و مواد آلی) و همچنین استفاده از سه فرآیند مرسوم فناوری برق خورشیدی (متصل به شبکه، مستقل از شبکه و ترکیبی) به عنوان مبنایی برای خوشه‌بندی واژگان کلیدی این حوزه می‌باشد.

۲- مبانی نظری پژوهش

تحلیل اسناد ثبت اختراع، رویکرد ارزشمندی است که از داده‌های موجود در اختراع‌ها، جهت بدست آوردن اطلاعات در مورد یک صنعت یا فناوری خاص، بهره می‌گیرد (Daim et al, 2006). بر اساس تعریف سازمان جهانی مالکیت فکری، سند ثبت اختراع، حقی انحصاری است که در قبال اختراع به مخترع یا نماینده قانونی او اعطا می‌شود، به عبارت دیگر سند ثبت اختراع، سندی است که توصیف‌کننده یک اختراع

می‌باشد و بر اساس درخواست متقاضی به وسیلهٔ یک اداره دولتی یا توسط یک اداره منطقه‌ای صادر می‌شود و حمایت قانونی و اختیار بهره‌برداری (تولید، استفاده، فروش و صادرات) یک اختراع را به صاحب آن در محدودهٔ زمانی خاصی (عمدتاً ۲۰ سال) اعطا می‌نماید و دیگران را از تولید آن بدون اخذ مجوز از صاحب اختراع، باز می‌دارد (WIPO, 2010).

تحلیل اسناد ثبت اختراع، مجموعه‌ای از تکنیک‌ها و ابزارهای بصری را در بر می‌گیرد، که روندها و الگوهای نوآوری فناورانه در یک حوزه معین را با استفاده از آمار و اطلاعات اسناد ثبت اختراع‌ها، مورد تحلیل و ارزیابی قرار می‌دهد (Yu & Lo, 2009).

فلیشر و بنسوسان (۲۰۰۲)، تحلیل اسناد ثبت اختراع را یک ابزار مدیریتی منحصر به فرد، برای مدیریت راهبردی فناوری یک شرکت و فرآیند توسعه محصولات یا خدمات آن تعریف می‌کنند. تبدیل اطلاعات موجود در اسناد ثبت اختراع به هوش رقابتی، شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا علاوه بر ارزیابی توانایی فناورانه فعلی خود، روندهای فناورانه را پیش‌بینی کنند و برای رقابت بالقوه با تکیه بر فناوری‌های نو، برنامه‌ریزی نمایند (Fleisher & Bensoussan, 2002). تحلیل اسناد ثبت اختراع، روشی است برای تبدیل داده‌های اسناد ثبت اختراع به اطلاعات مفید در مورد وضعیت توسعه محصول، رقابت بازار و ...، و همچنین ابزار مفیدی برای برنامه‌ریزی تحقیق و توسعه و مدیریت دارایی‌های معنوی محسوب می‌شود (Tseng et al, 2011).

نتایج حاصل از تحلیل اسناد ثبت اختراع، همچنین می‌تواند به منظور پایش رقبا، ارزیابی فناوری، مدیریت سبد تحقیق و توسعه، شناسایی و ارزیابی منابع بالقوه تولید دانش فنی و مدیریت منابع انسانی مورد استفاده قرار گیرد. اطلاعات راهبردی اسناد ثبت اختراع می‌تواند در بخش‌های مختلف یک سازمان مورد توجه قرار گیرد؛ مانند مدیریت ارشد، که ممکن است از این اطلاعات، به منظور تصمیم‌گیری در مورد بخش‌های مهم مدیریت فناوری بهره‌گیرند و یا ذینفعان بیرون سازمان، مانند سهام‌داران و تحلیل‌گرانی که علاقه‌مند به ارزیابی فناوری سازمان هستند (Luthra, 2011). با استفاده از تحلیل اسناد ثبت اختراع، می‌توان روندهای موجود در صنایع و همچنین قدرت رقابتی سازمان‌ها و کشورها را شناسایی کرد. تحلیل تعداد اسناد ثبت اختراع در سطح ملی، می‌تواند به درک میزان پیشرفت تحقیق و توسعه و نحوه تخصیص منابع در یک کشور کمک کند (Day & Lia, 2009).

اگر چه یک سند اختراع، خود به تنهایی منبعی غنی از اطلاعات محسوب می‌شود، اما با بررسی و تحلیل هم‌زمان چندین سند ثبت اختراع و کنار هم قرار دادن اطلاعات آن‌ها، می‌توان به رویکردی نوین دست یافت که از طریق آن، اطلاعات جدید و پنهان موجود در آن‌ها را آشکار نمود. رویکرد مبتنی بر زمان، مثالی از این رویکردهاست، به این معنی که اسناد ثبت اختراع، با توجه به توالی زمانی ارائه تقاضا برای ثبت آن‌ها

بررسی می‌شوند و به این ترتیب روند توسعه فناورانه نمایان خواهد شد. مثال دیگر، رویکردی است که روی جنبه فردی اسناد ثبت اختراع، مانند صاحب امتیاز یا مخترع آن، تمرکز دارد. در این رویکرد، اسناد ثبت اختراع مورد بررسی، با توجه به شرکت‌های صاحب آن‌ها مرتب می‌شوند و به این ترتیب، فعالیت‌های توسعه فناوری و راهبردهای شرکت‌ها، آشکار می‌گردد. بدست آوردن اطلاعات اسناد ثبت اختراع از این طریق، اصل نگاشت سند ثبت اختراع نامیده می‌شود (Suzuki, 2011).

از یک دیدگاه می‌توان روش‌های تحلیل اسناد ثبت اختراع را به دو دسته کمی و کیفی تقسیم کرد. سنجه‌های کمی، مبتنی بر پردازش‌های آماری هستند و سطوح فعالیت‌های اسناد ثبت اختراع را، بر اساس واحد تحلیل (مانند تعداد اختراع‌های ثبت شده توسط یک نماینده و ...) نشان می‌دهند. سنجه‌های کیفی، با توجه به اطلاعات استناد به یک سند اختراع مشخص، محاسبه می‌شوند و در ارزیابی کیفیت یک سند اختراع مورد استفاده قرار می‌گیرند (Huang et al, 2003).

نتایج تحلیل اسناد ثبت اختراع معمولاً در قالب نمودارها و جداول نمایش داده می‌شوند و به متخصصان، محققان و دست‌اندرکاران تحقیق و توسعه، در برنامه‌ریزی برای طراحی راهبردها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Shih et al, 2010).

روش‌هایی که به منظور تحلیل نقشه‌ها و داده‌های فراوانی اختراع‌های ثبت شده مرتبط با یک حوزه از فناوری، مورد استفاده قرار می‌گیرد، افراد را قادر می‌سازد تا درک بهتری از توسعه فناوری‌های در حال ظهور داشته باشند و بتوانند روند آتی آنها را پیش‌بینی کنند (Luthra, 2011).

در حالت کلی، یک سند ثبت اختراع حاوی ده‌ها گزینه برای انجام تحلیل می‌باشد که می‌توان آنها را به دو قسمت ساختاریافته و بدون ساختار تقسیم کرد. قسمت‌های ساختاریافته، در میان تمامی اختراع‌های ثبت شده، از نظر شکل و قالب یکسان هستند، مانند شماره سند اختراع، تاریخ ثبت، مخترع و ... از طرف دیگر قسمت‌های بدون ساختار، حاوی متن‌هایی در اندازه و شکل محتوایی متفاوت در میان اسناد ثبت اختراع می‌باشند، مانند قسمت‌های مربوط به ادعاها، چکیده‌ها و توضیحات مخترع.

به نتایج تحلیل‌هایی که بر روی داده‌های ساختاریافته اسناد ثبت اختراع انجام می‌گیرد، نمودار سند ثبت اختراع گفته می‌شود. برای دستیابی به نمودار یادشده، غالباً داده‌های کتاب‌سنجی موجود در اسناد ثبت اختراع مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از تحلیل قسمت‌های بدون ساختار اسناد ثبت اختراع، نقشه سند ثبت اختراع نامیده می‌شود، ولی در حالت کلی، عبارت نقشه سند ثبت اختراع، در هر دو حالت می‌تواند

مورد استفاده قرار گیرد. (Tseng et al, 2007)

متداول‌ترین نمودارها در تحلیل اسناد ثبت اختراع، شامل این موارد می‌باشند:

- ۱- تحلیل شمارش سند ثبت اختراع: شمارش تعداد سند ثبت اختراع، شامل نمودارهای چرخه حیات فناوری و نمودارهای مقایسه کمیت سند ثبت اختراع بر اساس تاریخ انتشار و تاریخ تقاضا،
- ۲- تحلیل کشورها: مقایسه اسناد ثبت اختراع کشورهای مختلف در حوزه یک فناوری مشخص
- ۳- تحلیل نرخ استناد: مقایسه تعداد استنادها به یک سند ثبت اختراع توسط اسناد ثبت اختراع دیگر.

۳- پیشینه پژوهش

اکثر فعالیت‌های آینده‌پژوهی در سال‌های اخیر بر هر دو جنبه علم و فناوری با تاکید بر فناوری‌های در حال ظهور و تاثیر بالقوه آن بر اقتصاد، محیط‌زیست و جامعه تمرکز داشته‌اند. در اکثر این پژوهش‌ها با تاکید بر مقالات علمی یا اسناد ثبت اختراع ثبت شده در حوزه‌های خاص، به بررسی وضعیت آینده یک علم یا فناوری در محیط دانشگاهی یا صنعتی پرداخته شده است (Santo et al, 2006; Kamal & Kumar, 2011; Zheng et al, 2012; Chen et al, 2011).

تاکنون بسیاری از محققان، تجربه موفقیت‌آمیزی در استفاده از روش‌های متن‌کاوی برای تجزیه و تحلیل حجم وسیعی از داده‌های متنی در حوزه کسب‌وکار، علوم پزشکی، آموزش و پرورش، مدیریت منابع انسانی، فناوری، مدیریت دانش و غیره داشته‌اند. از جمله مطالعات انجام شده با شیوه متن‌کاوی، می‌توان به پژوهشی اشاره نمود که در زمینه مدیریت مهمانداری صورت گرفت. در این پژوهش، محتوای مطالعات مربوط به مدیریت مهمانداری را با تجزیه و تحلیل نواحی موضوعی و روش پژوهش ۱۰۷۳ مقاله منتشر شده در پنج ژورنال هتلداری طی سالهای ۱۹۹۰-۱۹۹۶ آزمایش کردند و به این نکته دست یافتند که اکثر مقالات بر روی منابع انسانی و مسکن و صنایع خدماتی مواد غذایی متمرکز شده‌اند. ضمناً این مطالعه مشخص کرد که روش پرسشنامه، طرح پژوهشی اغلب مطالعات بوده و روش‌های میدانی و آزمایشگاهی کمترین استفاده را داشته‌اند (Baloglu & Assante, 1999).

در پژوهشی دیگر از رویکرد متن‌کاوی برای کشف الگو از یک مجموعه داده شامل کتب مربوط به مدیریت استراتژیک منابع انسانی استفاده کرده و سپس اهمیت این مفاهیم در گزارشات سالانه مورد بررسی قرار داده است. در حقیقت عبارات و مفاهیم مهم مورد استفاده در محیط دانشگاهی شناسایی شده و با عباراتی که در محیط کسب و کار به عنوان گزارش سالانه مورد استفاده قرار می‌گیرند مقایسه شده‌اند. سپس این مفاهیم براساس حضورشان در گزارشات سالانه رتبه بندی شده و موضوعات مورد توجه در هر دو حوزه دانشگاهی و کسب‌وکار مورد بررسی قرار گرفته‌اند (Kamal & Kumar, 2011).

با عنایت به آن که، مقالات نمایه شده در موسسه اطلاعات علمی^۱، یکی از معتبرترین شاخص‌های سنجش علم و فناوری می‌باشد و طبقه‌بندی موضوعی آن‌ها یکی از چالش‌های بزرگ مدیریت فناوری است، تیمورپور و همکارانش (۱۳۸۸) تلاش کردند تا با استفاده از یک روش نوین متن‌کاوی به نام اس.یو.تی.سی^۲، مقالات متخصصان ایرانی در حوزه فناوری نانو را دسته‌بندی کنند. در این راستا، ابتدا استانداردهای معتبر در فناوری نانو با یکدیگر ادغام شد و طبقه‌بندی جامعی برای نانو مواد به دست آمد، سپس با استفاده از روش‌های بازیابی اطلاعات و متن‌کاوی، مقالات بدون دانش پیشین از برچسب داده‌ها، به طور هوشمند دسته‌بندی شدند (تیمورپور و همکاران، ۱۳۸۸).

روش متن‌کاوی در تحلیل محتوای اسناد ثبت اختراع نیز به جهت بررسی، شناسایی فرصت‌های نوآوری یا پیش‌بینی وضعیت فناوری‌های مختلف کاربرد وسیعی دارد. ترابی و همکارانش (۲۰۱۱) نیز در مقاله خود از داده‌های سند ثبت اختراع برای کشف پیشرفت‌های فناوری آ.راف.آی.دی^۳ و روند آن، بهره‌گرفته‌اند. در این مطالعه، در مجموع ۱۳۸۹ سند ثبت اختراع را بازیابی نمودند و با ادغام روش‌های خوشه‌بندی محتوای اسناد ثبت اختراع و پیش‌بینی چرخه عمر فناوری، موقعیت پیشرفت فناوری آ.راف.آی.دی را در کشور چین، مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها به منظور خوشه‌بندی اسناد ثبت اختراع، از ۴۶ عبارت کلیدی مرتبط با حوزه مورد بررسی استفاده کردند. در مطالعه آن‌ها، پس از محاسبه ماتریس همبستگی میان این واژگان، در نهایت ۶ خوشه فناوری در اسناد ثبت اختراع بازیابی شده، شناسایی و برای هر یک از آن‌ها، نمودار چرخه حیات فناوری ترسیم شد و بر اساس آن‌ها پیشنهاداتی ارائه گردید. در مطالعه یادشده تکنیک خوشه‌بندی پیشنهاد شده توسط هسو^۴ برای استخراج خوشه‌ها از اسناد ثبت اختراعی آ.راف.آی.دی کشور چین مورد استفاده قرار گرفته است (Trappey et al, 2011).

دیم و همکارانش (۲۰۰۶) در پژوهشی، با یکپارچه‌سازی روش‌های کتاب‌سنجی و تحلیل اسناد ثبت اختراع به همراه ابزارهای معروف پیش‌بینی فناوری مانند برنامه‌ریزی سناریو و منحنی رشد و همچنین پویایی‌های سیستم، رویکردی ترکیبی به منظور پیش‌بینی فناوری پیشنهاد نمودند و مدل پیشنهادی خود را در پیش‌بینی سه حوزه فناوری در حال ظهور (فناوری سلول‌ها سوختی، امنیت غذایی و سیستم‌های ذخیره اپتیکی) بکار بردند. آن‌ها استفاده از روش‌های ترکیبی برای پیش‌بینی فناوری را به عنوان نتایج کار خود مطرح کردند و در انتها، جدولی را برای انتخاب روش مورد استفاده در هر مرحله از پیش‌بینی فناوری پیشنهاد دادند. در جدول یادشده، در مرحله جمع‌آوری داده، روش‌های تحلیل اسناد ثبت اختراع، کتاب‌سنجی و دلفی، در مرحله کشف روابط میان مولفه‌ها، روش‌های دلفی و پویایی‌های سیستم و در مرحله پیش‌بینی، روش‌های

پویایی‌های سیستم، سناریو و منحنی‌های رشد پیشنهاد شده است (Daim et al, 2006).

چوی و هوانگ (۲۰۱۳) در پژوهشی، اسناد ثبت اختراع مربوط به زمینه‌های ال.ای.دی^۵ و شبکه باند وسیع بی‌سیم را در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱، براساس روش‌های تحلیل شبکه‌ای اسناد ثبت اختراع و تحلیل واژگان کلیدی اسناد ثبت اختراع بررسی کردند. با تحلیل واژگان کلیدی می‌توان دریافت که کدام واژگان در طول زمان نقش تاثیرگذاری بر روند فناوری دارند. نتایج تجزیه و تحلیل آن‌ها نشان می‌دهد که شبکه واژگان کلیدی اسناد ثبت اختراع پراکنده است اما نتایج مربوط به خوشه‌بندی، قانون توزیع قدرتمندی را نشان می‌دهد. از بین واژگان کلیدی استخراج شده توسط آن‌ها، ۱۰ کلمه تاثیر مهمی را در ایجاد شبکه واژگان و همچنین تغییرات فناوری در حوزه‌های ال.ای.دی و شبکه باند وسیع بی‌سیم دارد (Choi & Hwang, 2013).

نو و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی برای بررسی داده‌های اسناد ثبت اختراع از راهبرد تمرکز بر واژگان کلیدی در متن کاوی استفاده کردند. آن‌ها در این پژوهش، ۵۰۰ سند ثبت اختراع را از وبگاه پایگاه ثبت اختراع آمریکا انتخاب نمودند و تلاش کردند با رویکردی که بر اساس ۴ سوال بنا شده است به بررسی اسناد ثبت اختراع بپردازند. این ۴ سوال عبارتند از: الف) کدام عنصر در متن اسناد ثبت اختراع به عنوان واژگان کلیدی انتخاب شود؟ ب) کدام روش انتخاب واژگان کلیدی مورد استفاده قرار گیرد؟ ج) چه تعداد واژه کلیدی انتخاب شود؟ چطور واژگان کلیدی انتخاب شده به قالب تحلیل داده تبدیل شود؟ این ۴ سوال، روش خوشه‌بندی K میانگین و ارزش آنتروپی را برای راهبرد انتخاب واژگان کلیدی مورد ارزیابی و مقایسه قرار می‌دهند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که از بین راهبردهای واژگان و واژگان کلیدی روش NTF-IDF از همه کاراتر می‌باشد (Noh et al, 2015).

دوباریک و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود، از تعداد درخواست‌های ثبت اختراع به عنوان شاخصی برای توسعه فناوری در زمینه فناوری انرژی باد، استفاده کردند و نشان دادند که اطلاعات سند ثبت اختراع می‌تواند در تحلیل روند تکامل و سطح بلوغ این نوع انرژی بکار گرفته شود. در این مطالعه، که در آن از پایگاه ثبت اسناد اختراع کشور سوئد برای جمع‌آوری اسناد ثبت اختراع استفاده شده است، سه بخش مختلف در زمینه انرژی بادی شناسایی شد و مرحله بلوغ در این بخش‌ها با روند کلی این فناوری مقایسه گردید. نویسندگان در مقاله خود تاکید کرده‌اند که تصمیم‌گیری‌ها در مورد سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه، نباید تنها بر اساس ملاحظات فناوری مانند داده‌های اسناد ثبت اختراع صورت گیرد، بلکه در نظر گرفتن نیازهای بازار نیز از اهمیت بالایی برخوردار است، هر چند اغلب، میان رشد تعداد اسناد ثبت اختراع و تغییرات در بازار ارتباط تنگاتنگی وجود دارد (Chen et al, 2011).

۴- روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی، از نظر میزان کنترل متغیرها، توصیفی و از نظر روش گردآوری داده‌ها، کتابخانه‌ای می‌باشد. به منظور پیشبرد درک فعلی از مسائل مربوط به فناوری برق خورشیدی، این مطالعه برای تحقق دو هدف مهم انجام شد: ابتدا روند اختراعات گذشته در این موضوع به دست آمده تا جایگاه اختراعات در این زمینه شناسایی کند. سپس با استفاده از نظر خبرگان و متن کاوی اسناد ثبت اختراع مربوط به حوزه برق خورشیدی، شکاف‌های پژوهشی و نیز فرصت‌های پژوهشی جدید شناسایی گردد. از آنجا که موضوع پژوهش حاضر، حوزه‌ای میان‌رشته‌ای است، وجود خبرگان رشته مهندسی برق (گرایش قدرت)، مهندسی انرژی، مهندسی مکانیک (گرایش تبدیل انرژی) و فیزیک (گرایش اتمی و مولکولی) برای همکاری در پژوهش ضروری می‌باشد. خبرگان، وظیفه معرفی واژگان کلیدی اولیه جهت جستجوی اسناد ثبت اختراع مرتبط، استخراج اسناد ثبت اختراع مرتبط از انبار اسناد ثبت اختراع شناسایی شده، غربال کردن واژگان کلیدی استخراج شده بر اساس روش متن کاوی، ساختاردهی به واژگان کلیدی استخراج شده از اسناد ثبت اختراع بر مبنای هدف و تایید روایی خوشه‌بندی واژگان کلیدی در تکرارهای فرآیند داده‌کاوی، را بر عهده دارند.

در این پژوهش، ابتدا با نظر خبرگان واژگان فتوولتائیک^۶ و فتوولتائیک خورشیدی پس از تعیین کدهای یو.اس. پی.سی و آی.پی.سی^۷ و، در عنوان، چکیده و واژگان کلیدی اسناد ثبت اختراع در سایت یو.اس.پی.تی.ا. (بعنوان کامل‌ترین بانک داده اختراعات ثبت شده)، در بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶ با استفاده از نرم‌افزار متئوپنت^۸ مورد جستجو قرار گرفت؛ در نهایت بانک اطلاعاتی متشکل از ۱۲۸۸ سند ثبت اختراع تشکیل شد.

برای متن کاوی، متن کامل اسناد ثبت اختراع به منظور اجرای عملیات پیش‌پردازش، وارد نرم افزار کیو.دی.ای.ماینر^۹ و ورد استیت^{۱۰} گردید و در طی یک فرآیند چهار مرحله‌ای، بردار عبارات کلیدی مرتبط با هر یک اسناد ثبت اختراع استخراج شد. این چهار مرحله شامل قطعه‌بندی واژگان، حذف واژگان زائد، ریشه‌یابی و محاسبه وزن عبارات بودند. پس از به دست آوردن بردار واژگان کلیدی، این بردار به عنوان ورودی نرم افزار اس.پی.اس.اس^{۱۱} برای محاسبه همبستگی قرار گرفت.

تحلیل خوشه‌ای، روشی برای گروه‌بندی داده‌ها یا مشاهدات با توجه به شباهت یا درجه نزدیکی آنهاست. از طریق تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، داده‌ها یا مشاهدات به دسته‌های همگن و متمایز از هم تقسیم می‌شوند. در این پژوهش از الگوریتم K میانگین استفاده شد. این الگوریتم، یکی از رایج‌ترین الگوریتم‌های خوشه‌بندی محسوب می‌شود که به طور خودکار، مجموعه‌ای از داده‌ها را به K گروه تقسیم می‌کند. با خوشه‌بندی عبارات کلیدی می‌توان روابط ضمنی درون مجموعه اسناد ثبت اختراع را کشف کرد. بدین منظور از ماتریس

همبستگی عبارات کلیدی بدست آمده در مرحله قبل، به عنوان ورودی الگوریتم K میانگین استفاده شد و مجموعه عبارات کلیدی با استفاده از نرم افزار اس.پی.اس.اس.کلمنتین^۲، در قالب K خوشه تفکیک گردید. تعداد خوشه‌ها در خوشه‌بندی با Kهای مختلف و نظر خبرگان تعیین می‌شود. مراحل اجرایی پژوهش در شکل (۱) نشان داده شده است.



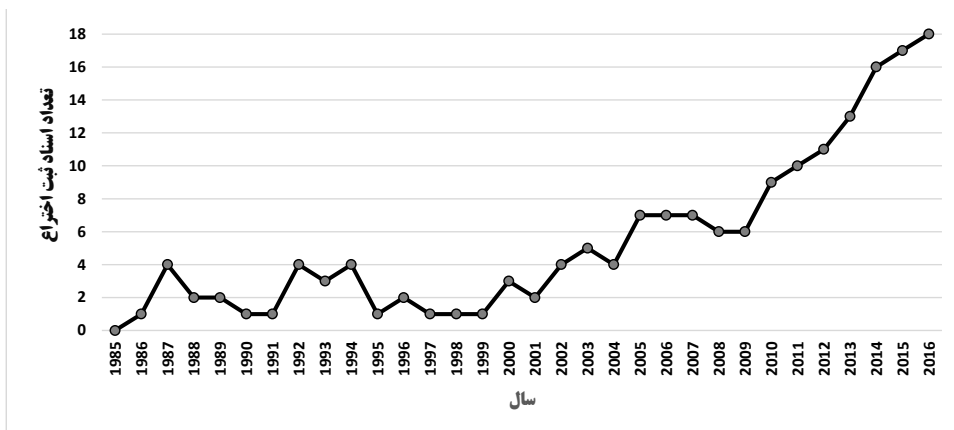
شکل (۱): مراحل اجرایی پژوهش

۵- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

۶-۱- تحلیل آماری

در این بخش، اطلاعات آماری جمع‌آوری شده مربوط به ۱۲۸۸ سند ثبت اختراع فناوری برق خورشیدی، ارائه می‌گردد. با توجه به اینکه برای تحلیل داده‌ها، دسترسی به اطلاعات کتاب‌شناختی اسناد ثبت اختراع الزامی است، اطلاعات تمامی این اسناد ثبت از سایت یو.اس.پی.تی.ا. استخراج گردید. با توجه به ماهیت اطلاعات مورد نیاز که از نوع عددی و متنی بودند و همچنین قابلیت نرم‌افزار اکسل^۳ در تشکیل بانک اطلاعاتی از این نرم‌افزار استفاده شد. در این بانک، اطلاعاتی همچون شماره سند ثبت اختراع، عنوان سند ثبت اختراع، مخترعان، نام کشور، چکیده، واژگان کلیدی، تاریخ انتشار، تاریخ کاربرد، ادعا، بحث و غیره ذخیره شد.

شکل (۲)، روند ثبت اختراع را طی سال‌های اخیر نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود تعداد اسناد ثبت اختراع در ۳۱ سال گذشته سیر صعودی داشته است. علت این امر را می‌توان توجه مراکز علمی و پژوهشی به بهبود عملکرد و استفاده از این فناوری دانست.



شکل (۲): روند رشد اسناد ثبت اختراع فناوری برق خورشیدی

۲-۶- متن کاوی و تحلیل اسناد ثبت اختراع

در این مطالعه، نوعی از روش تحلیل محتوایی ارائه شده که هم روش کمی (متن کاوی) و هم روش کیفی (قضاوت متخصصان) را ادغام نموده است. در این مرحله، متن کامل تمامی اسناد ثبت اختراع، به منظور اجرای عملیات پیش پردازش به نرم افزارهای ذکر شده، وارد شد و تمامی لغات به کار رفته در این متون استخراج گردید. در مجموع، تعداد ۶۸۵۴۰۳۱ کلمه و عبارت به دست آمد. در طی یک فرآیند با استفاده از نظر خبرگان، بردار واژگان کلیدی مرتبط با این موضوع شناسایی گردید. پس از بازبینی و بررسی، تعداد ۸۰ واژه کلیدی به دست آمد. هدف از به دست آوردن این واژگان، خوشه بندی آنها برای نشان دادن ترکیبات شناخته شده و همچنین شناسایی ترکیبات مغفول مانده در این حوزه می باشد.

در این مرحله از پژوهش، با مبنا قرار دادن فراوانی کاربرد واژگان در اسناد ثبت اختراع، مبتنی بر سه فرآیند انتخاب شده توسط خبرگان (متصل به شبکه، مستقل و ترکیبی)^{۱۳} و محاسبه همبستگی کاربرد همزمان این واژگان با یکدیگر در اسناد مختلف، ترکیبات همگون واژگان کلیدی با شیوه خوشه بندی شناسایی گردید. برای این منظور، ابتدا ماتریس فراوانی کاربرد واژگان کلیدی در اسناد ثبت اختراع شکل گرفت. در این ماتریس، سطرها و ستون ها به ترتیب نمایانگر اسناد ثبت اختراع و واژگان کلیدی و درایه ها، نشان دهنده فراوانی کاربرد هر واژه کلیدی در هر سند ثبت اختراع بود. شکل (۳) ماتریس به دست آمده در این مرحله را نشان می دهد.

	JUNCTION BOX	MODULE	ABSORBER	COLLECTOR	INVERTER	CELL	ARRAY	PANEL	POWER GRID	COMBINER BOX	.....
1	1	7	2	16	1	3	17	13	3	2	.....
2	9	26				7	12				.....
3				4				12	32	34	.....
4		4	23			4			5		.....
5		4	6	8	3	5	23			1	.....
6	7		27		2				23		.....
7		9	3	21			2	1			.....
8	30	42					4	11	19	6	.....
9			3	5	1		8	4			.....
10	12	2		18				28	12		.....

شکل (۳): ماتریس فراوانی کاربرد واژگان کلیدی در متن اسناد ثبت اختراع

در ادامه با توجه به هم‌وقوعی این واژگان در متن اسناد ثبت اختراع با سه فرآیند یاد شده، همبستگی بین واژگان محاسبه گردید. در انجام این کار، از ماتریس قبل به عنوان ماتریس پایه در محاسبه ضرایب همبستگی پیرسون بین واژگان کلیدی استفاده شد. ماتریس نشان داده شده در شکل (۴)، در برگزیده ضرایب همبستگی بین واژگان است که مبین شدت همزمانی کاربرد واژگان کلیدی در اسناد ثبت اختراع می‌باشد.

	Grid Connected	Stand Alone	Hybrid
JUNCTION BOX	0.084	0.091	0.079
MODULE	0.089	0.092	0.098
ABSORBER	0.054	0.071	0.061
COLLECTOR	0.038	-0.012	-0.009
INVERTER	0.043	0.031	0.048
CELL	0.089	0.084	0.079
ARRAY	0.083	0.095	0.062
PANEL	0.103	0.091	0.087
POWER GRID	0.096	-0.012	-0.018
COMBINER BOX	0.024	0.034	0.017
...

شکل (۴): ماتریس همبستگی واژگان کلیدی

۳-۶- خوشه‌بندی اسناد ثبت اختراع

۱-۳-۶- شاخص اعتبارسنجی سیلهوته

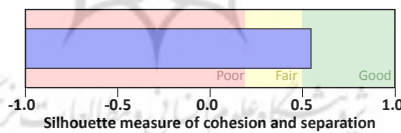
این تکنیک اعتبارسنجی، مقدار سیلهوته^{۱۵} را برای هر نمونه، هر کلاس و مجموعه داده‌ها محاسبه می‌کند. میانگین مقدار سیلهوته برای ارزیابی اعتبار خوشه‌بندی و همچنین برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب تعداد کلاس‌های بهینه مورد استفاده قرار می‌گیرد که این میزان بر اساس دوری و نزدیکی مشاهدات و خوشه‌ها به یکدیگر محاسبه می‌شود.

در این مطالعه داده‌ها با K های ۱ تا ۱۰ بررسی گردید و در نهایت با توجه به بالا بودن میزان شاخص سیلهوته در مقدار $K=6$ ، تعداد ۶ خوشه به عنوان خوشه‌های بهینه انتخاب شد. نتایج حاصل از اعتبارسنجی الگوریتم خوشه‌بندی K -Means توسط روش سیلهوته و خروجی مدل نمایش کیفیت خوشه‌بندی برای مقدار $K=6$ در شکل (۵) نشان داده شده است.

Model Summary

Algorithm	K-Means
Inputs	3
Clusters	6

Cluster Quality

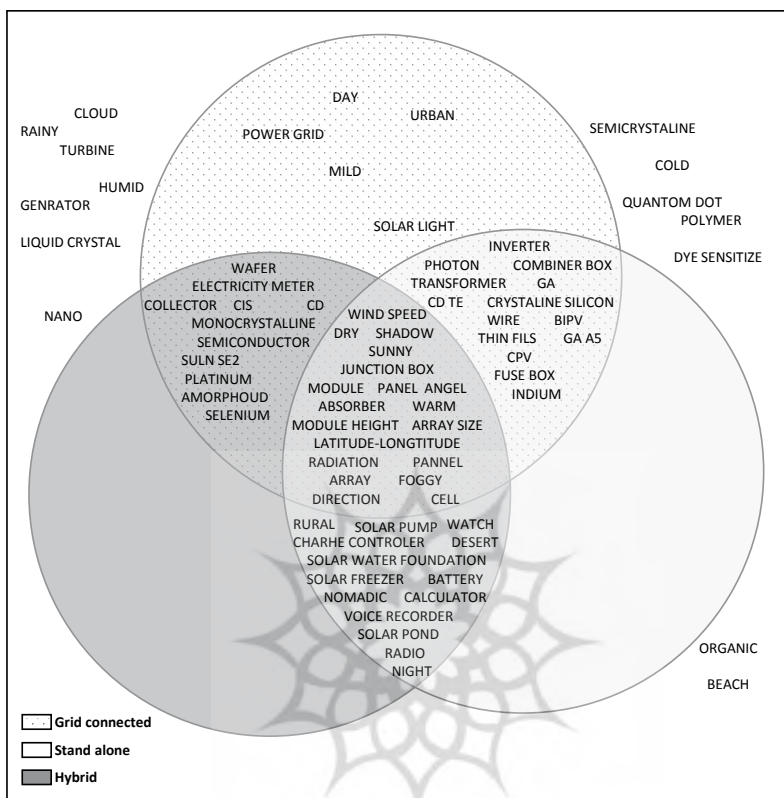


شکل (۵): نتایج اعتبارسنجی الگوریتم خوشه‌بندی K -Means توسط روش سیلهوته و خروجی مدل نمایش کیفیت خوشه‌بندی در حالت $K=6$

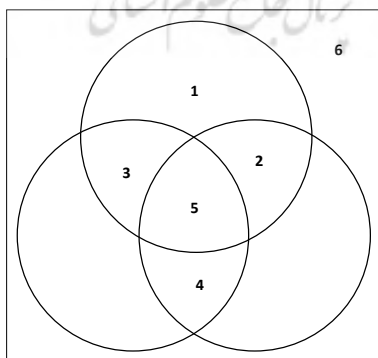
۲-۳-۶- تحلیل خوشه‌ها

در این پژوهش با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی K میانگین، عوامل مکنون بین واژگان کلیدی شناسایی گردید که نشان‌دهنده ترکیبات همگون از واژگان کلیدی هستند. با انجام این کار، ترکیباتی که با هر یک از این سه فرآیند فناوری برق خورشیدی بیشتر مورد توجه قرار گرفته بودند، شناسایی گردید و در قالب خوشه‌های جداگانه نمایش داده شد. همانطور که در شکل‌های (۶) و (۷) و جدول (۱) نشان داده شده است، واژگان کلیدی این حوزه از نقطه نظر هم‌وقوعی با فرآیندهای به کار رفته در اختراعات برق

خورشیدی خوشه‌بندی شدند. این خوشه‌ها بیانگر رویکردهای مخترعان در این اختراعات می‌باشد.



شکل (۶): نتایج خوشه‌بندی عبارات کلیدی بر اساس فرآیندهای سه‌گانه



شکل (۷): خوشه‌های مربوط به فرآیندهای بکار رفته در فناوری برق خورشیدی

جدول (۱): عبارات کلیدی مرتبط با هر خوشه

عبارات نماینده	خوشه
Power grid, Solar light, Urban, Mild, Day	۱
Inverter, Combiner box, Fuse box, Wire, Transformer, Photon, Cd Te, Crystalline, Ga, Ga As, Indium, CPV, Thin film, Polycrystalline, BIPV	۲
Collector, Electricity meter, Amorphous, Cd, Culin se _۲ , CIS, Semiconductor, Wafer, Selenium, Platinum, Mono crystalline	۳
Change controller, Battery, Solar freezer, Solar water fountain, Rural, Nomadic, Night, Desert, Solar pump, Solar pond, Watch, Calculator, Radio, Voice recorder	۴
Junction box, Module, Absorber, Cell, Array, Panel, Dry, Wind speed, Shadow, Sunny, Warm, Radiation, Module height, Panel direction, Panel angle, Latitude – Logitude, Foggy, Array size	۵
Semicrystalline, Nano, Organic, Dye sensitize, Polymer, Liquid crystal, Quantum dot, Cloudy, Cold, Rainy, Humid, Beach, Turbine, Generator	۶

با توجه به نتایج بدست آمده از خوشه‌بندی، در مورد هر یک از فرآیندهای سه‌گانه تولید برق خوشیدگی می‌توان به تحلیل‌های زیر رسید:

• **فرآیند متصل به شبکه:** واژگانی که در خوشه متصل به شبکه قرار دارند، نشان‌دهنده این هستند که محققان این مفاهیم را بیشتر با این فرآیند استفاده کرده‌اند. قابل ذکر است که برای وجود هر یک از واژگان در هر خوشه، نمی‌توان دلیل خاصی ذکر کرد اما بسیاری از آن‌ها نیز به دلایل خاصی در هر خوشه قرار گرفته‌اند.

فرآیند برق خورشیدی متصل به شبکه، به گونه‌ای است که همزمان و به طور موازی با شبکه برق سراسری، توان تولید می‌نماید. واژگان موجود در خوشه مربوط به این فرآیند را می‌توان با توجه به خصوصیات و مزایای این فرآیند مورد بررسی قرار داد:

(الف) این فرآیند قادر است برق تولید شده توسط صفحات را مستقیماً به شبکه برق سراسری انتقال دهد تا در دسترس استفاده‌کنندگان قرار گیرد. بعنوان مثال وجود واژه تیر برق در این خوشه را می‌توان در این راستا تفسیر نمود.

(ب) این فرآیند در مکان‌ها و شرایط جغرافیایی قابل استفاده است که شبکه توزیع برق در دسترس باشد و یا دسترسی به شبکه برق مشکل و یا غیرممکن نباشد. دلیل قرار گرفتن واژه شهر در این خوشه نیز به همین علت می‌باشد.

(ج) مهمترین کاربرد این فرآیند، برای روشنایی شهری است. بدین صورت که در مناطق شهری و در خیابان‌ها یک صفحه خورشیدی کوچک در بالای تیرهای شبکه برق و یک لامپ در پایین آن قرار

می‌گیرد، در این حالت نور خورشید جذب شده توسط صفحه، با تبدیل دی.سی به ای.سی^۶، برق تولید شده را به لامپ انتقال می‌دهد و لامپ روشن می‌شود.

• **فرآیند مستقل از شبکه:** این فرآیند باید مستقل از شبکه برق سراسری عمل کند و قابلیت تغذیه بارهای مستقیم و متناوب را داشته باشد. این واحدها، مستقیماً به بار متصل می‌شوند و برخلاف سیستم‌های متصل به شبکه، تمام بار را تامین می‌نمایند. از مهمترین اجزای بکار رفته در این فرآیند، باتری و کنترل‌کننده شارژ است، چرا که به دلیل عدم اتصال به سیستم شبکه برق سراسری، نیاز به ذخیره برق تولیدی وجود دارد.

این فرآیند بیشتر در مکان‌های جغرافیایی صعب‌العبور مانند صحراها، مناطق روستایی و عشایری فاقد دسترسی به شبکه برق سراسری کاربرد دارد. دلیل وجود واژگانی مانند روستا، عشایری، بیابان و پمپاژ آبرسانی در این خوشه، به این علت می‌باشد.

• **فرآیند ترکیبی:** فرآیند برق خورشیدی ترکیبی که در برخی متون با عنوان برق خورشیدی پشتیبان نیز از آن یاد می‌شود، ترکیبی از فرآیندهای متصل به شبکه و مستقل از شبکه می‌باشد. این فرآیند، با فرآیند مستقل از شبکه، همپوشانی بالاتری دارد؛ به همین دلیل واژگان مشترک زیادی در این دو خوشه دیده می‌شوند. فرآیند مستقل از شبکه و تغذیه چندگانه، از لحاظ فناوری دارای شباهت‌های زیادی می‌باشند، به این صورت که فرآیند تغذیه چندگانه در امتداد و ادامه فرآیند مستقل از شبکه است.

در این فرآیند، هم دسترسی به شبکه برق سراسری وجود دارد که امکان انتقال برق تولیدی را به سیستم‌های توزیع برق فراهم می‌کند و هم سیستم ذخیره به وسیله باتری. نحوه عملکرد آن به این شکل است که در روز که نور خورشید وجود دارد، انرژی تولید شده در باتری‌هایی ذخیره می‌شود و در شب مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به توضیحات داده شده وجود واژگانی مانند شب، متر برق و باتری در این خوشه منطقی است.

در خوشه‌بندی انجام شده، واژگان مشترک بین هر سه فرآیند، بیشتر مربوط به شرایط محیطی و ویژگی‌های هندسی هستند. این موضوع نشان‌دهنده این واقعیت است که این شرایط باید در هر سه فرآیند مورد توجه قرار گیرد. برای مثال می‌توان به واژگانی مانند جهت صفحه خورشیدی، زاویه انحراف صفحه خورشیدی، سایه و طول و عرض جغرافیایی در این زمینه اشاره نمود که تمام آن‌ها در افزایش کارایی سیستم‌های برق خورشیدی به نحوی موثر هستند.

جهت نصب صفحات خورشیدی در ارائه بازده ماکزیمم، دارای اهمیت بسیاری است. برای صفحات ثابت

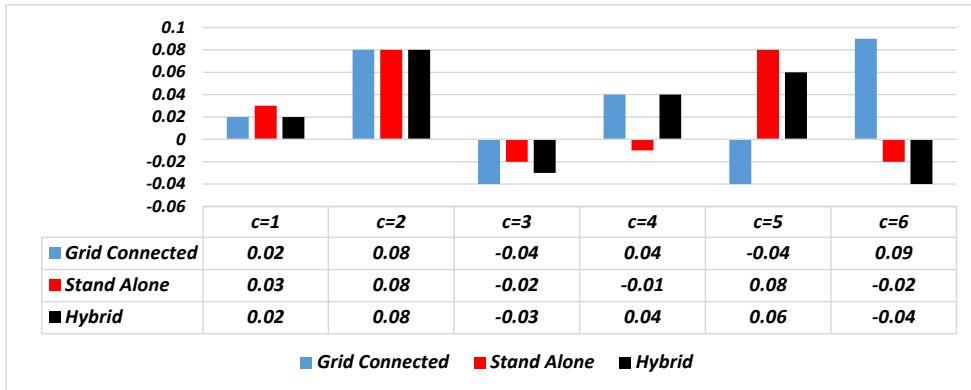
در مقایسه با صفحات ردیاب که ماکزیمم تابش خورشید را ردگیری می‌نماید، جهت جنوبی در نیم‌کره شمالی بهترین جهت به منظور جذب حداکثری نور خورشید است. ۱۵ درجه انحراف به غرب یا شرق تاثیر چندانی بر بازده صفحات خورشیدی نخواهد داشت. علاوه بر جهت، زاویه انحراف صفحه خورشیدی نیز عامل مهمی در طراحی سیستم‌های برق خورشیدی است. زاویه انحراف، زاویه‌ای است که صفحات خورشیدی با سطح افق می‌سازند و میزان آن از ۰ الی ۹۰ درجه متغیر است. به دلیل انحراف محور زمین، تابش خورشید در طول سال تغییر می‌کند، بنابراین زاویه‌های انحراف در زمستان و تابستان با هم متفاوت خواهند بود. در تابستان، زاویه انحراف معمولاً بین ۱۰ تا ۱۵ درجه کمتر از عرض جغرافیایی و در تمام فصول سال زاویه انحراف در حدود ۱۰ الی ۱۵ درجه بیشتر از عرض جغرافیایی منطقه مورد نظر است.

در بررسی موقعیت زمانی محل نصب و شرایط آن نسبت به حرکت خورشید، امکان وجود سایه ارتفاعات و کوه‌های اطراف و یا حتی سایه ساختمان‌ها و درختان و تعیین ساعتی از روز که ممکن است وجود این سایه‌ها مانع از تابش مستقیم نور خورشید به صفحات خورشیدی باشد، بررسی می‌شوند. بنابراین سعی بر این است نه تنها صفحات خورشیدی بر یکدیگر، بلکه ساختمان‌ها و موانع طبیعی دیگر نیز روی صفحات خورشیدی سایه نیاندازند. وجود ۵۰٪ سایه بر آرایه‌های برق خورشیدی توان خروجی را به ۸۰٪ کاهش می‌دهد. برای منزلی با دودکش، محل نصب آرایه‌ها تا حد امکان باید از سایه دودکش و همچنین ذرات دوده خروجی از دودکش دور باشد.

طول و عرض جغرافیایی محل نصب صفحات خورشیدی، مولفه‌های لازم برای محاسبه قدرت تابش نور خورشید هستند. معمولاً حداکثر ۸۰ الی ۸۵ درصد نور خورشید (1000W/m^2) در روزهای آفتابی دریافت می‌شود اما این میزان در ارتفاعات و مناطق بیابانی بیشتر است. صفحات برق خورشیدی، بسته به اندازه ممکن است روی پشت بام، زمین و یا دکل‌ها نصب شوند. طراحی ماژول‌های نصب شده بر روی ساختمان‌ها، به گونه‌ای است که در مقابل سرعت بادی، معادل ۱۷۵ کیلومتر بر ساعت^{۱۷} مقاوم هستند. به منظور نصب صفحات برق خورشیدی بر روی زمین باید بالاتر از ارتفاع ماکزیمم بارش برف در منطقه باشد. در مورد سیستم‌های کوچک (۱ یا ۲ ماژول) می‌توان صفحات خورشیدی را بر روی دکل‌هایی نصب کرد تا از منابع ایجاد سایه اطراف از جمله درختان و ساختمان‌ها به دور باشند.

۳-۳-۶- شاخص اهمیت نسبی

در شکل (۸)، نمودار اهمیت نسبی هر فرآیند در هر خوشه نشان داده شده است. لازم به ذکر است که میانگین همبستگی عبارات کلیدی جای گرفته در هر خوشه، با یک فرآیند خاص در مقایسه با میانگین



شکل (۸): نمودار اهمیت نسبی هر فرآیند در هر خوشه

همبستگی کل عبارات با آن فرآیند، بیانگر اهمیت نسبی آن در هر کدام از خوشه‌ها است. برای مثال، جهت محاسبه اهمیت نسبی فرآیند ترکیبی در خوشه ۶، میانگین همبستگی عبارات کلیدی که در این خوشه جای گرفته‌اند با این فرآیند محاسبه می‌شود و سپس مقدار به دست آمده بر میانگین همبستگی کل عبارات کلیدی با فرآیند ترکیبی تقسیم می‌شود. مقدار به دست آمده را می‌توان معادل با ارزش و کاربرد فرآیند ترکیبی با عبارات کلیدی جای گرفته در خوشه ۶ دانست.

همانطور که در این شکل (۸) مشاهده می‌شود، هر یک از فرآیندهای فناوری برق خورشیدی در اسناد ثبت اختراع با یک رنگ مشخص شده‌اند. این نمودار، اهمیت نسبی هر یک از فرآیندهای سه‌گانه را در هر کدام از خوشه‌ها نشان می‌دهد. با بررسی خوشه‌ها توسط خبرگان، ارتباط و نحوه گروه بندی واژگان با یکدیگر، مورد تحلیل قرار گرفته و خصوصیات هر خوشه به دست آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود خوشه شماره ۱، واژگانی را شامل می‌شوند که با هر سه فرآیند همبستگی و فراوانی وقوع دارد ولی این همبستگی با فرآیند مستقل از شبکه بیشتر از دو فرآیند دیگر است. خوشه ۲، مبین واژگانی است که با هر سه فرآیند، به یک میزان همبستگی دارد و خوشه شماره ۳، بیانگر واژگانی است که با هیچ یک از فرآیندهای یاد شده همبستگی و فراوانی وقوع بالایی ندارد؛ این خوشه می‌تواند از روند خوشه‌بندی به کل حذف شود. خوشه شماره ۴، نیز فقط با فرآیند مستقل از شبکه همبستگی منفی دارد. خوشه شماره ۵، نیز مبین واژگانی است که با فرآیند متصل به شبکه، همبستگی منفی و با فرآیند دیگر هم‌وقوعی بالایی دارد. خوشه شماره ۶، مبین واژگانی است که با فرآیند متصل به شبکه، همبستگی مثبت، ولی با فرآیندهای مستقل از شبکه و ترکیبی همبستگی منفی دارد.

۶- جمع‌بندی

در این مطالعه با گراوری کلیه اسناد ثبت اختراع پایگاه ثبت اختراع آمریکا در زمینه فناوری برق خورشیدی طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶، رویکرد متن‌کاوی جهت شناسایی روند حاکم بر توسعه نوآوری‌های این فناوری و جایگاه پژوهش‌های فعلی مورد استفاده قرار گرفت و با تحلیل هم‌وقوعی واژگان کلیدی این حوزه، ضمن تعیین جایگاه فعلی پژوهش‌ها، بخش‌های مورد توجه محققان بوده شناسایی گردید.

بر اساس نتایج بدست آمده، تعدادی از واژگان با هیچ کدام از سه فرآیند مرسوم تولید برق خورشیدی، هم‌وقوعی بالایی نداشتند. بدین معنی که این حوزه‌ها هنوز در اختراعات مربوط به برق مورد توجه محققان قرار نگرفته‌اند. بررسی این عبارات و واژگان کلیدی، می‌تواند در یافتن حوزه‌های پژوهشی نوآورانه در فناوری برق خورشیدی و جهت‌دهی به اختراعات آتی، نقش بسزایی ایفا نماید.

برخی از حوزه‌هایی که با توجه به تحلیل‌های انجام شده، هنوز مورد توجه محققان فعال در زمینه برق خورشیدی قرار نگرفته است و می‌توانند زمینه تحقیقات جدیدی در این حوزه باشند، به این شرح هستند:

- استفاده از مواد نیمه‌بلوری برای تولید صفحات خورشیدی: وجود واژه نیمه‌بلوری، بیانگر این واقعیت است که تا بحال در اختراعات حوزه برق خورشیدی به این مواد اولیه در ترکیبات تشکیل‌دهنده صفحات خورشیدی توجه نشده است و مخترعان می‌توانند به عنوان یک ایده نوآورانه در اختراعات آتی مورد توجه قرار دهند.

- استفاده از مواد آلی: وجود کلمه آلی و زیرمجموعه‌های مربوط به آن از قبیل حساس به رنگ، پلیمری، کریستال مایع و نقاط کوانتومی، نشان‌دهنده این است که مخترعان به این نسل از فناوری برق خورشیدی و تاثیرات آن توجه ننموده‌اند. علت این امر، آن است که این نسل از فناوری هنوز در مرحله آزمایشگاهی می‌باشد (مرحله طفولیت چرخه عمر محصول) و هنوز بصورت تجاری مورد استفاده قرار نگرفته است.

- شرایط جوی: وجود کلمه ابری، سرد، بارانی و مرطوب، نشان‌دهنده آن است که تاثیر عملکرد این شرایط جوی (آب و هوایی) در کارایی و عدم کارایی سیستم‌های برق خورشیدی مورد غفلت قرار گرفته است.

- شرایط جغرافیایی نزدیک به دریا: وجود کلمه ساحلی به این معنی است که محققان به این نقطه جغرافیایی، تاثیرات نزدیکی آن به دریا، رطوبت ناشی از دریا و نحوه تاثیرگذاری این نقطه بر عملکرد سیستم‌های برق خورشیدی توجه ننموده‌اند که می‌تواند پیشنهاد دیگری برای تحقیقات آینده در این زمینه فناوری باشد.

با توجه به شکاف‌های پژوهشی به دست آمده از متن اسناد ثبت اختراع، می‌توان به این نتیجه رسید که محققان این حوزه در اختراعات خود، به نسل سوم مواد اولیه تشکیل‌دهنده صفحات خورشیدی (مواد آلی) توجه نکرده‌اند؛ بنابراین محققان فناوری برق خورشیدی به ویژه محققان حوزه شیمی اتمی و مولکولی، می‌توانند در آزمایشگاه‌ها به صورت اندازه‌گیری در مقیاس کوچک، اثر این نسل از مواد را بر عملکرد سیستم‌های برق خورشیدی بسنجند و در آینده در ابعاد اصلی محقق سازند. از طرفی، از نتایج به دست آمده این چنین برمی‌آید که مخترعان نسبت به مناطق جغرافیایی و شرایط آب و هوایی استقرار سیستم‌های برق خورشیدی نیز در اختراعات خود بی‌توجه یا کم توجه بوده‌اند؛ مخترعان می‌توانند با کمک محققان حوزه‌های آب و هواشناسی، زمین‌شناسی و رشته جغرافیا، تاثیر این شرایط را نیز در اختراعات آتی خود مدنظر قرار دهند و پژوهش‌های خود را بر این زمینه متمرکز نمایند.

References

۷- مراجع

- Abbas, A., Zhang, L., & Khan, S. U, 2014. A literature review on the state-of-the-art in patent analysis. *World Patent Information*, 30 (1), pp.3-13.
- Baloglu, S. & Assante, L.M, 1999. A content analysis of subject areas and research methods used in five hospitality management journals, *Journal of Hospitality and Tourism Research*, Volume 23, pp.53-70.
- Blackman, M, 1995. Provision of patent information: a national patent office perspective, *World Patent Information*, 17 (2), pp.115-123.
- Choi, J. & Hwang, Y, 2013. Patent keyword network analysis for improving technology development efficiency, *Technological Forecasting & Social Change*. TFS-17787 No13.
- Chen, Y.-H., Chen, C.-Y. & Lee, S.-C., 2011. Technology forecasting and patent strategy of hydrogen energy and fuel cell technologies, *Technological Forecasting & Social Change*, Volume 36, pp.6957-6969.
- Daim, T., Rueda, G., Martin, H. & Gerdtsri, P., 2006. Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis, *Technological Forecasting & Social Change*, Volume 73, pp.981-1012.
- Day, J.-D. & H.-C. Lai, 2009. A study on the development of auto-stereoscopic 3D display- Based on patent analysis, *Technovation*, Volume 5, pp.1-9.
- Fleisher, C. S. & B. Bensoussan, 2002. *Strategic and Competitive Analysis: Methods and Techniques for Analyzing Business Competition*, Prentice Hall.
- Neuhusler, P., Rothengatter, O. & Frietsch, R., 2011. Patent applications-structures, trends and recent developments, Berlin: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI.
- Huang, Z., Chen, H., Yip, A., Ng, G., Guo, F., Chen, Z.-K. & Roco, M.C., 2003. Longitudinal patent analysis for nanoscale science and engineering: country institution and technology field, *Journal of Nanoparticle*

Research, 5(3-4), pp.333-363.

Kamal, K.K. & Kumar, A., 2011. Strategic Human Resource Management Content in the Annual Report of Companies: An Analysis through Text Mining, *Indore Management Journal*, 2 (4), pp 15-26.

Lee, C., & Park, Y, 2009. Monitoring the evolutionary patterns of technological advances based on the dynamic patent lattice: A modified formal concept analysis approach, In Proceedings of the Ninth International Conference on Electronic Business Macau.

Luthra, S., 2011. Innovation in air pollution control systems: A patent map analysis. Sweden: Chalmers University of Technology.

Noh, Y., Jo, Y. & Lee, S., 2015. Keyword Selection and Processing Strategy for application text mining to patent analysis, *Expert Systems with Applications: An International Journal*, 42(9), pp.13-24.

Santo, M., Coelho, G. M., Dalci, M. & Filho, L.F., 2006. Text mining as a valuable tool in foresight exercises: A study on nanotechnology, *Technological Forecasting & Social Change*, 73(8), pp.1013–1027.

Shih, M.-J., Liu, D.-R. & Hsu, M.-L., 2010. Discovering competitive intelligence by mining changes in patent trends. Volume (37), pp.2882–2890.

Suzuki, S.-I, 2011. *Introduction to Patent Map Analysis*. Japan Patent Office, Asia Pacific Industrial Property Center.

Taduri, S, 2010. Application of patent networks to information retrieval: A preliminary study, Retrieved October 5, 2015, from: http://snap.stanford.edu/class/cs224w-2010/proj2010/20_final_report.pdf.

Trappey, C.V., Wu, H.Y., Taghaboni-Dutta, F., Trappey, A.J.C., 2011. Using patent data for technology forecasting: China RFID patent analysis, *Advanced Engineering Informatics*, Volume 25, pp.53-64.

Tseng, Y.-H., Lin, C.-J., Lin, Y.-I., 2007. Text mining techniques for patent analysis. *Information Processing and Management*, Volume 43, pp.1216–1247.

Tseng, F., Hsieh, Ch., Peng, Y. & Chu, Y., 2011. Using patent data to analyze trends and technological strategies of the amorphous silicon thin-film solar cell industry, *Technological Forecasting & Social Change*, pp.332-345.

WIPO, 2010. WIPO Guide to Using Patent Information. Available at: www.wipo.int.

Yu, W.-D. & Lo, S.-S., 2009. Patent analysis-based fuzzy inference system for technological strategy planning, *Advanced Engineering Informatics*, Volume 18, pp. 770-776.

Zheng, W., Kankaanranta, J. & Suominen, A., 2012. Morphological Analysis of Technologies using Multidimensional Scaling, *Journal of Business Chemistry*, Volume 9, pp.147-160.

تیموری، بابک؛ سپهری، محمد مهدی و لیلیا پزشک، ۱۳۸۸، روشی نوین برای دسته‌بندی هوشمند متون علمی (مطالعه موردی مقالات فناوری نانو متخصصان ایران)، فصلنامه سیاست علم و فناوری، شماره ۲، صص ۱۴-۱.

زارع بنادکوکي، محمدرضا؛ اولیا، محمد صالح و سید محمد تقی المدرسی، ۱۳۸۹، بررسی روند پژوهش‌های مهندسی صنایع، هفتمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع.

کریمی فرد، حسن، ۱۳۸۹، بررسی تکامل آینده پژوهی علم و تکنولوژی در گذر زمان، مجله راهبرد یاس، شماره ۲۲، صص ۲۸۵-۲۶۷.

-
1. ISI
 2. SUTC
 3. RFID
 4. Hsu
 5. LED
 6. Photovoltaic
 7. USPC and IPC
 8. Matheo Patent
 9. QDA Miner
 10. WORDSTAT
 11. SPSS
 12. SPSS Clementine
 13. Excel
 14. Grid Connected , Stand Alone, Hybrid
 15. Silhouette
 16. DC to AC
 17. 175km/h

