Arshive of SID

فصلنامه آینده‌پژوهی مدیریت
سال بیست و هشتم/ شماره ۱۱۱ / زمستان ۱۳۹۶

# پیش‌بینی فناوری بر اساس متن‌کاوی اختراعات ثبت شده و تحلیل خوشه‌ای (مورد مطالعه: فناوری فتوولتائیک)

**زهره بیانلو**
دانش آموخته ی کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی دانشگاه یزد، ایران (نویسنده مسئول)
zohre.bayanloo@yahoo.com

**حبیب زارع احمدآبادی**
استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه یزد، ایران
zarehabib@yazd.ac.ir

**تاریخ دریافت:** ۹۶/۰۳/۳۰ **تاریخ پذیرش:** ۹۶/۰۸/۳۰

**چکیده**

امروزه از انرژی خورشیدی به شکل‌های مختلفی استفاده می‌گردد؛ یکی از این موارد، فناوری فتوولتائیک می‌باشد. پدیده فتوولتائیک، پدیده‌ای است که طی آن انرژی خورشیدی به صورت "مستقیم" به انرژی الکتریسیته تبدیل می‌شود. یکی از مشکلات و دغدغه‌های اساسی دنیای امروز، پایان یافتن منابع سوخت فسیلی به عنوان مهم‌ترین منبع فعلی انرژی دنیا است؛ به همین علت اخیرا انرژی خورشیدی به عنوان جایگزین سوخت‌های فسیلی مورد توجه قرار گرفته است. پیش‌بینی فناوری به صورت تشخیص زودرس پیشرفت‌های نوید بخش آینده فناوری و ارزیابی پتانسیل (توانش) آنها تعریف می‌شود. محققین از روش‌های متعددی برای پیش‌بینی فناوری استفاده می‌کنند که تجزیه و تحلیل اختراعات ثبت شده یکی از این موارد است. در این مقاله اختراعات بین المللی ثبت شده‌ی پایگاه ثبت اختراعات آمریکا (USPTO) در این حوزه در بازه‌ی زمانی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶ استخراج شد. سپس با استفاده از رویکردهای متن‌کاوی و خوشه‌بندی Two Step، نتایج نشان داد که خلاءهای تحقیقاتی در این حوزه از فناوری وجود دارد که مورد توجه قرار نگرفته است. در نتیجه خلاءهای تحقیقاتی و فرصت‌های پژوهشی آتی برای محققان این فناوری شناسایی و ارائه شد.

**واژه‌های کلیدی:** پیش‌بینی فناوری، متن‌کاوی، اختراع ثبت شده، خوشه‌بندی Two Step، فتوولتائیک.



www.SID.ir

Arshive of SID



**۱- مقدمه**

در طول تاریخ، سیر تحولات علمی و خلاقیت‌ها همواره بر جوامع گوناگون تاثیرات ژرف و شگرف داشته است. در حال حاضر ظهور فناوری‌های جدید شتاب بی-سابقه‌ای به تحولات فناورانه بخشیده است و موج ناشی از انتشار این فناوری‌ها، جوامع را دستخوش تغییرات اساسی کرده است. برای اینکه از عهده‌ی این تغییرات برآییم بایستی سیستم‌های علوم و فناوری بتوانند به این تغییرات جواب داده و تغییر کنند تا ظرفیت پذیرش فناوری‌های جدید را داشته باشند. از جمله عوامل موثر که می‌تواند در این تحولات نقش اساسی ایفا نماید، آگاهی از جهت‌گیری‌های فناوری، نوآوری‌های جدید و در نتیجه فراهم آوردن بستری مناسب در هماهنگ‌سازی با تحولات آینده می‌باشد. نقش پیش‌بینی فناوری در پی-ریزی برای نگاه به جلو و همچنین توجه به نیازهای آتی با تکیه بر نقش کلیدی علوم و فناوری در یک برنامه بلندمدت از اهمیت ویژه ای برخوردار است (انصاری و فرقانی،۱۳۸۵،-۱۳-۷).

پیش‌بینی فناوری نقطه شروع برنامه‌ریزی فناوری است که به عنوان یک ابزار مدیریتی می‌باشد. اولین تلاش‌ها برای دستیابی به توسعه فناوری‌های آتی موجب شناسایی و شکل‌گیری پیش‌بینی فناوری شد. در اواخر دهه ۱۹۵۰ پیش‌بینی بخش دفاعی آمریکا توسط متخصصین شرکت رند براساس ابزارهایی نظیر پرسشنامه دلفی و تجزیه و تحلیل سناریو انجام گردید. در دهه ۱۹۶۰ متدهای دیگر پیش‌بینی به وسیله‌ی نیروی دریایی و هوایی آمریکا بکار گرفته شد و بعدا بوسیله‌ی شرکت-های خصوصی از جمله در بخش انرژی مورد استفاده قرار گرفت. در هر صورت پیش‌بینی فناوری بطور وسیعتر به اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ بر می‌گردد. در اواسط دهه ۱۹۷۰ بواسطه شکست پیش‌بینی بحران نفت سال ۱۹۷۳ پیش‌بینی محبوبیت و معروفیت خود را از دست می دهد؛ ولی در اثنای دهه ۱۹۹۰ علاقه‌ی استفاده از پیش‌بینی فناوری احیا شد (کاظم نژاد واقفی و موسی خانی،۱۳۸۸،-۳۱-۵۰). در تحقیقات مختلف از روش تحلیل اختراعات ثبت شده برای پیش بینی فناوری استفاده شده است.

آبراهام و مویترا(۲۰۰۱) در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی نوآوری با استفاده از تحلیل اختراعات ثبت شده، تمامی اختراعات ثبت شده‌ی کشور هند را بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۰ مورد تحلیل قرار دادند و همین امر باعث شد راهنمای عملی در تدوین برنامه راهبردی شرکت‌ها در این کشور باشد(Abraham & Moitra,2001,245-252).

دیم و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی تحت عنوان پیش‌بینی فناوری‌های در حال ظهور: استفاده از کتاب سنجی و تحلیل اختراعات ثبت شده، توانستند با یکپارچه‌سازی روش‌های کتاب‌سنجی و تحلیل اختراعات ثبت شده به همراه ابزارهای معروف پیش‌بینی فناوری مانند برنامه‌ریزی سناریو و منحنی رشد و همچنین پویایی‌های سیستم، رویکرد ترکیبی به منظور پیش‌بینی فناوری پیشنهاد کنند(Daim et al,2006,981-1012).

دی و لیا (۲۰۰۹) در مقاله‌ی خود با عنوان مطالعه‌ای بر توسعه نمایشگر سه بعدی خود برجسته، بر اساس تحلیل اختراعات ثبت شده، توانستند نشان دهند که کشورهایی همچون ایالات متحده، ژاپن، کره جنوبی و تایوان، در حال سرمایه‌گذاری در نمایشگرهای سه بعدی هستند و با توجه به نتایج حاصل از تحلیل اختراعات ثبت شده، پیشنهاد می‌شود که کشور تایوان سرمایه گذاری‌های خود را، بر فناوری‌های هولوگرافیک و تسهیم دو بعدی متمرکز نماید(Day & lia,2009,1-9) .

چن و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی با عنوان پیش-بینی فناوری و استراتژی اختراعات ثبت شده برای فناوری‌های انرژی هیدروژنی و سلول‌های سوختی، با استفاده از یکپارچه‌سازی کتاب‌سنجی و تحلیل اختراعات ثبت شده با مدل منحنی رشد لجستیک، استراتژی بهینه اخترعات ثبت شده، برای صنعت سلول سوختی را پیشنهاد کردند(Chen et al,2011.6951-6969).

تراپی و همکاران (۲۰۱۱) در مقاله‌ای با عنوان استفاده از داده‌های اختراعات ثبت شده به منظور پیش-بینی فناوری: تحلیل اختراعات ثبت شده‌ی RFID کشور چین، به بررسی اختراعات ثبت شده در این زمینه در دفتر مالکیت معنوی جمهوری خلق چین، برای کشف پیشرفت‌های فناوری RFID و روند آن‌ها پرداختند (Trappey et al,2011.53-64).

www.SID.ir

Arshive of SID



یون و کیم(۲۰۱۲) در پژوهش خود با عنوان یک تحلیل ویژگی - عملکرد بر اساس شبکه‌های اختراعات ثبت شده برای برنامه‌ریزی استراتژی تحقیق و توسعه در صنایع درحال تغییر: صنعت سلول‌های خورشیدی سیلیکون لایه نازک، هر یک از ویژگی‌ها و عملکردها را در یک ماتریس کدگذاری شده قرار دادند و سپس هم-وقوعی بین آن‌ها را بررسی کردند و یک شبکه براساس شباهت بین اختراعات ثبت شده تشکیل دادند( Yoon &Kim,2012,7709-7717).

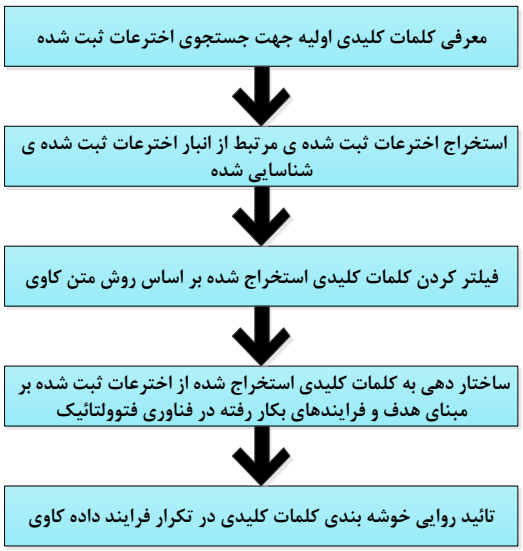
جئونگ و همکاران(۲۰۱۵) در مقاله‌ای با عنوان توسعه نقشه راه اختراعات ثبت شده از طریق GTM و مدل BASS، خلاهای کشف شده توسط روش GTM،زمینه‌های بالقوه برای توسعه فناوری را نشان دادند. مدل BASS برای پیش‌بینی حداکثر تعداد کاربردهای اختراعات ثبت شده در زمینه‌های فناورانه‌ی مرتبط و زمان تقریبی ظهور اختراعات ثبت شده‌ی جدید به کار می‌رود(Jeong et al,2015,112-123).

از طرفی مزیت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین جهت‌گیری نظام جمهوری اسلامی ایران در حرکت به سمت اقتصاد بدون نفت، اولویت بخشی به توسعه انرژی-های تجدید پذیر را ضروری می‌سازد. "ظرفیت ویژه برای توسعه اقتصادی"، "ارتقا عرضه و امنیت انرژی" و "حفظ محیط زیست و کاهش آلودگی هوا" سه مزیت مهم انرژی‌های تجدید پذیر هستند. به همین دلیل ضرورت توجه به انرژی خورشیدی به عنوان یکی از غنی‌ترین انرژی های تجدیدپذیر، به ویژه فناوری فتوولتائیک، بیش از پیش لازم می‌باشد. در این مقاله تلاش شد با تکنیک-های کمی و کیفی ( متن‌کاوی و قضاوت متخصصان)، جایگاه فعلی فناوری فتوولتائیک شناسایی شود و همچنین خلاءهای تحقیقاتی موجود و آینده پیش روی این حوزه از فناوری ارائه شود.

## ۲- روش پژوهش

### ۲-۱- جمع‌آوری متخصصان

از آن‌جا که موضوع پژوهش حاضر، حوزه‌ای میان-رشته‌ای می‌باشد، وجود متخصصان رشته مهندسی برق، مهندسی مکانیک، مهندسی انرژی و فیزیک ضروری است. شکل ۱ قضاوت متخصصان در مراحل مختلف پژوهش را نشان می‌دهد.




**شکل۱- مراحل متخصص سنجی**

### ۲-۲- جمع‌آوری اختراعات ثبت شده

در این پژوهش، ابتدا با نظر خبرگان کلمات Photovoltaic و solar Photovoltaic پس از تعیین کدهای USPC و IPC، در عنوان، چکیده و کلمات کلیدیاختراعات ثبت شده در سایت USPTO در بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶ با نرم‌افزار Matheo Patent 10.2 مورد جستجو قرار گرفت؛ در نهایت بعد از حذف اختراعات ثبت شده‌ی تکرای، نامرتبط و یا اختراعات ثبت شده‌ای که در آن‌ها کلمات کلیدی مدنظر کم‌تر به کار رفته بود؛ مجموعه ۱۲۸۸اختراع ثبت شده جمع‌آوری شد.

### ۲-۳- عملیات متن‌کاوی اختراعات ثبت شده

متن اختراعات ثبت شده، به منظور اجرای عملیات زیر، وارد نرم‌افزارهای QDA Miner4، WORDSTAT6.1 و SPSS20 شد. در شکل شماره ۲ عملیات انجام شده توسط هر یک از نرم افزارها ذکر شده است.

### ۲-۴- خوشه‌بندی با الگوریتم Two Step

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

www.SID.ir

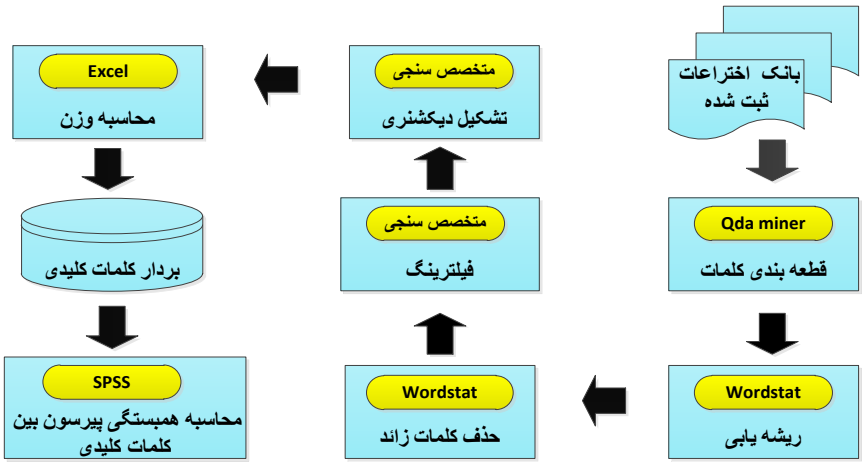
Arshive of SID



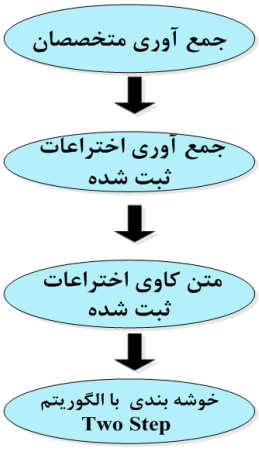
دسته‌های همگن و متمایز از هم تقسیم می‌شوند. در این پژوهش از الگوریتم Two Step استفاده شده است. الگوریتم خوشه‌بندی دو مرحله‌ای بصورت زیر خلاصه می‌شود(Zhang et al,2001,103-114):

مرحله اول: در این مرحله که مرحله‌ی پیش‌خوشه می‌باشد، براساس رویکرد خوشه‌بندی سلسله مراتبی تجمعی، که هر رکورد به‌عنوان یک خوشه در نظر گرفته می‌شود، تمامی رکوردها یک به یک بررسی شده و براساس معیار در نظر گرفته شده برای فاصله‌ی موجودیت‌ها، در مورد ادغام آن با خوشه‌های قبل یا آغاز یکی خوشه جدید تصمیم‌گیری می‌شود. بنابراین در این مرحله به زیر خوشه هایی دست می‌یابیم.

مرحله دوم : در این مرحله زیر خوشه‌های مرحله‌ی اول به‌عنوان ورودی‌ها در نظر گرفته شده و براساس خوشه‌بندی سلسله مراتبی تجمعی به تعداد خوشه‌های مورد نظر تبدیل می‌شوند. در صورت عدم تعیین تعداد خوشه‌ها، این الگوریتم به‌صورت خودکار زیر خوشه‌ها را به تعداد بهینه‌ای از خوشه‌ها تبدیل می‌کند.




**شکل ۲- مراحل متن کاوی اخترعات ثبت شده**




**شکل ۳- مراحل اجرایی تحقیق**

www.SID.ir

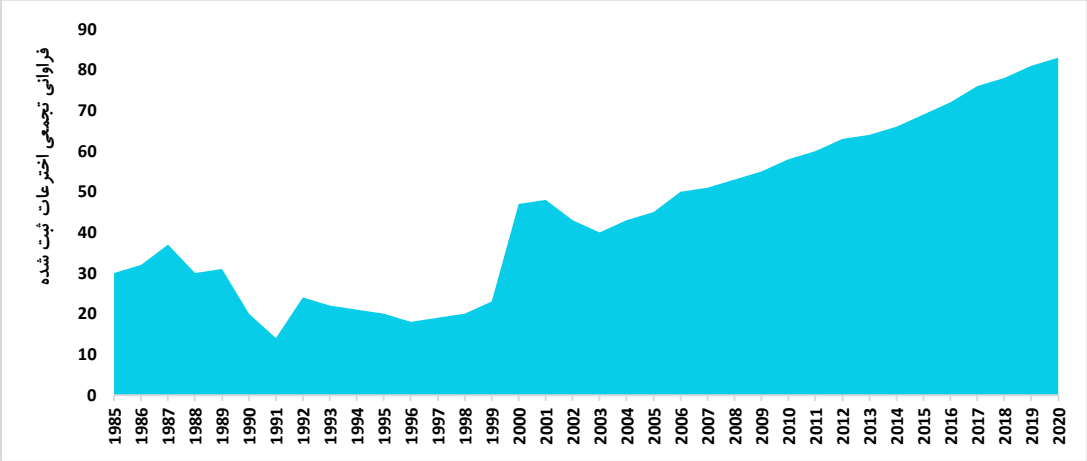
Arshive of SID



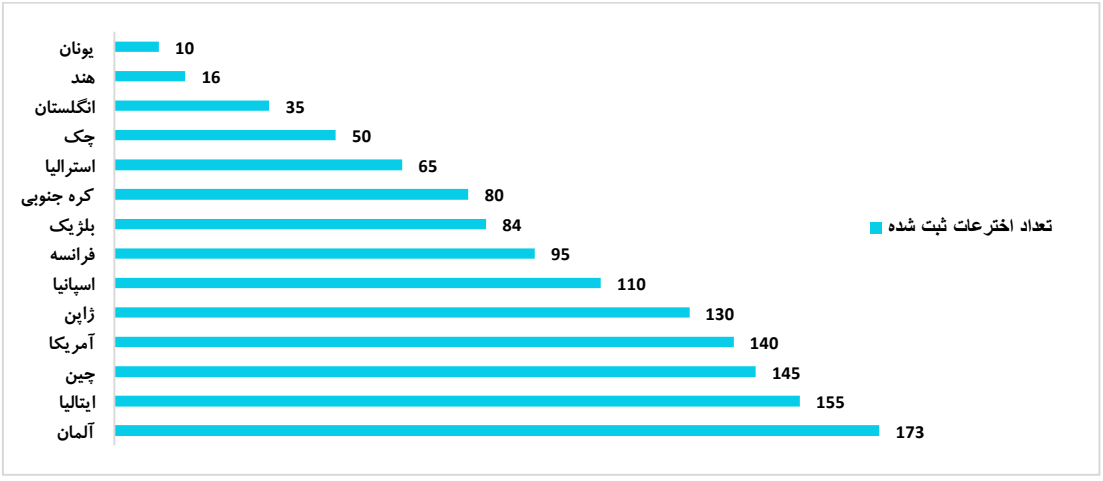
## ۳- یافته‌ها

با بررسی اختراعات ثبت شده‌ی جمع‌آوری شده از پایگاه داده اختراعات آمریکا، روند خلق اختراعات ثبت شده‌ی فناوری فتوولتائیک و کشورهای پیشرو در این فناوری شناسایی شد. همانطور که در شکل شماره ۴ مشاهده می‌شود، روند خلق اختراعات ثبت شده در ۳۱ سال اخیر صعودی بوده و از سال ۲۰۰۹ این روند بیشتر اوج گرفته است که نشان از توجه ویژه مخترعان به این حوزه از فناوری می‌باشد.

همچنین با پایش اطلاعات به دست آمده، کشورهایی که در زمینه فناوری فتوولتائیک نسبت به ثبت اختراعات ثبت شده در سایت اختراعات آمریکا اقدام کرده‌اند به دست آمد. شکل ۵ میزان خلق اختراعات ثبت شده را در هر کدام از این کشورها به صورت کلی مشخص می‌کند. همان‌طور که در این نمودار مشاهده می‌شود، کشور آلمان با ۱۷۳ اختراع ثبت شده جایگاه اول و کشور ایتالیا با ۱۵۵ اختراع ثبت شده، جایگاه دوم را در این زمینه کسب کرده‌اند.




**شکل ۴- روند ثبت اختراعات فناوری فتوولتائیک**




**شکل ۵- تعداد اختراعات ثبت شده در هر یک از کشورها**

### ۳-۱- متن‌کاوی

در این مرحله متن کامل تمامی اختراعات ثبت شده به‌منظور اجرای عملیات پیش‌پردازش به نرم‌افزارهای متن‌کاوی ذکر شده در روش تحقیق، وارد شد و تمامی لغات به‌کاررفته در این متون استخراج شد. در ادامه با استفاده از نظر خبرگان بردار کلمات کلیدی مرتبط با این

www.SID.ir

Arshive of SID



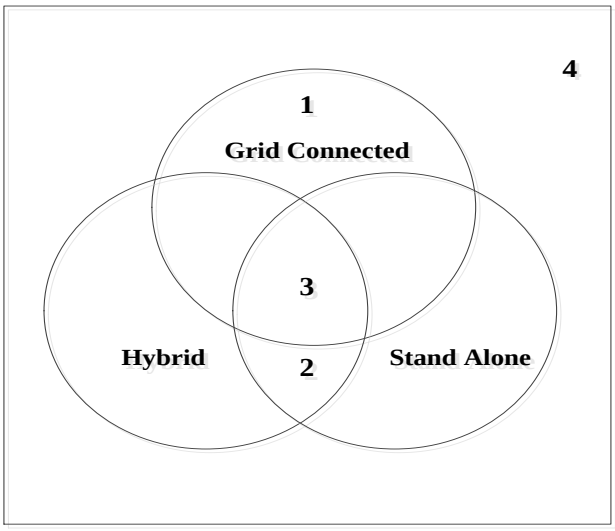
موضوع شناسایی گردید. پس از بازبینی، ۸۰ کلمه کلیدی به دست آمد. هدف از به‌دست‌آوردن این کلمات، خوشه‌بندی آن‌ها به منظور شناسایی ترکیبات موجود و همچنین ترکیبات مغفول مانده در این حوزه می‌باشد. در حقیقت در این پژوهش کلمات کلیدی براساس فرایندهای فناوری فتوولتائیک شامل ( Grid Connected ,Hybrid ,Stand Alone) بررسی می‌گردند.

در این مرحله با مبنا قرار دادن فراوانی کاربرد کلمات در اختراعات ثبت شده بر مبنای سه فرایند یاد شده و محاسبه همبستگی کاربرد هم‌زمان این کلمات با یکدیگر در اختراعات ثبت شده‌ی مختلف، ترکیبات همگون کلمات کلیدی با روش خوشه‌بندی شناسایی می گردد. در این‌جا ابتدا ماتریس فراوانی کاربرد کلمات کلیدی در اختراعات ثبت شده شکل می‌گیرد. که در این ماتریس سطرها و ستون به ترتیب متون اختراعات ثبت شده و کلمات کلیدی می‌باشد و درایه‌های آن نشان دهنده فراوانی کاربرد هر کلمه کلیدی در هر اختراع ثبت شده می‌باشد. سپس با توجه به هم‌وقوعی این کلمات در متن اختراعات ثبت شده با سه فرایند یاد شده، همبستگی بین کلمات محاسبه می‌گردد. به این صورت که ماتریس قبل به‌عنوان ماتریس پایه در محاسبه ضرایب همبستگی پیرسون بین کلمات کلیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۳-۲- تحلیل خوشه‌ای

در این پژوهش با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی Two Step، عوامل مکنون بین کلمات کلیدی شناسایی می‌شود. به این معنی که ترکیباتی که با هر کدام از سه فرایند فناوری فتوولتائیک بیشتر مورد توجه قرار گرفته بودند شناسایی شده و در قالب خوشه های جداگانه نمایش داده می‌شوند.

در این بخش اختراعات صورت گرفته در زمینه فتوولتائیک، از نقطه نظر سه فرایند یاد شده بررسی و تحلیل می‌گردد. شکل شماره ۶ خوشه‌های مختلف را پس از عملیات خوشه‌بندی نشان می‌دهد. این خوشه‌ها بیانگر رویکردهای مخترعان در این اختراعات می‌باشد. همچنین جدول شماره ۱ عبارات نماینده جای گرفته در هر یک از این خوشه‌ها را نشان می‌دهد.




**شکل۶- خوشه های مربوط به فرایندهای فناوری فتوولتائیک**

www.SID.ir

Arshive of SID



**جدول ۱- عبارات کلیدی مرتبط با هر خوشه**

| خوشه | عبارات نماینده |
|---|---|
| ۱ | Semicrystalline /Urban / Solar light/ Selenium / Power grid / Mild / Day/ Collector |
| ۲ | Cold / Watch / Voice recorder / Solar water fountain / Solar pump / Solar pond / Solar freezer / Rural / Radio / Nomadic / Night / Desert / CPV / Charge controller / Calculator / Battery |
| ۳ | Wind speed / Warm / Thin film / Suny / Shadow / Semiconductor / Radiation / Photon / Panel / Module height / Module/ Latitude – Longitude / Junction box/ Inverter / Ga / Dry / Cell / Array size / Array/ Absorber / Wire /Transformer / Fuse box / Crystalline silicon / Combiner box / BIPV / Turbine/ Polycrystalline / Foggy / Cd Te/ Panel direction / Panel angle |
| ۴ | Rainy / Quantum dot / Polymer / Organic / Nano / Liquid crystal / Humid / Dye sensitize / Cloudy / Generator / Indium / Ga As / Wafer / Platinum / Monocrystalline / Electricity meter / Culn se2 / CIS / Cd / Amorphous |

در این جا نمی‌توان برای تمام کلمات جای گرفته در هر خوشه علت خاصی ذکر کرد ولی در ادامه به کلماتی که ارتباط بیشتری با هر خوشه دارد ، پرداخته می‌شود.

خوشه شماره ۱ شامل کلمات کلیدی در این حوزه می‌باشد که با فرایند Grid Connected (متصل به شبکه) همبستگی و نزدیکی بالایی دارد. برای مثال کلمات کلیدی مثل Urban(شهری) ، Solar light (روشنایی خورشیدی) و Power grid (تیر برق)، کاملا دارای همبستگی محتوایی با این خوشه می‌باشند. زیرا این فرایند بیشتر در مناطقی وجود دارد که دسترسی به شبکه برق سراسری مقدور می‌باشد. همچنین وجود کلمه‌ی Day (روز) حاکی از این واقعیت است که به دلیل اتصال مستقیم به شبکه برق سراسری در این فرایند، این فرایند بیشتر در روز و مواقعی که نور آفتاب وجود دارد کاربرد دارد.

خوشه شماره ۲ مبین عباراتی م باشند که با فرایندهای Stand Alone (مستقل از شبکه) و Hybrid (ترکیبی) همبستگی و هم وقوعی بالایی دارند. به دلیل نزدیکی این دو فرایند به هم از لحاظ فناوری استفاده شده در این سیستم‌ها، کلمات این دو فرایند دارای اشتراکات بسیاری می‌باشند. ناگفته نماند که فرایند Hybrid در مواقعی از نظر فناوری استفاده شده با فرایند Grid Connected نیز نزدیکی و هم-خوانی دارد. این دو فرایند در مناطق جغرافیایی قابل استفاده است که امکان دسترسی به شبکه برق سراسری وجود ندارد یا بسیار سخت است؛ مثل مناطق بیابانی(Desert)، روستایی(Rural) و عشایری(Nomadic). وجود کلمات Watch (ساعت)، Solar water fountain (فواره خورشیدی)، Solar pump (پمپاژ آبرسانی خورشیدی)، حاکی از آن است که این کاربردها بیشتر بصورت مستقل از شبکه و در اماکنی که دسترسی به شبکه برق وجود ندارد ، استفاده می‌شوند .

خوشه شماره ۳ شامل عبارات کلیدی است که با هر سه فرایند این فناوری فراوانی وقوع بالایی دارد، زیرا بیشتر شامل کلماتی است که گویای مواد اولیه استفاده شده در ساخت صفحات خورشیدی می‌باشد، که عموما در هر سه فرایند مشترک به کار می‌رود.

خوشه شماره ۴ نیز با هیچکدام از فرایند های ذکر شده هم بستگی بالایی ندارد، بدین معنی که این حوزه‌ها هنوز در اختراعات فتوولتائیک با فرایند های مذکور مورد توجه مخترعان قرار نگرفته‌اند. بررسی این عبارات و کلمات کلیدی، می‌تواند در یافتن حوزه‌های تحقیقاتی جدید در فناوری فتوولتائیک نقش بسزایی ایفا نماید.

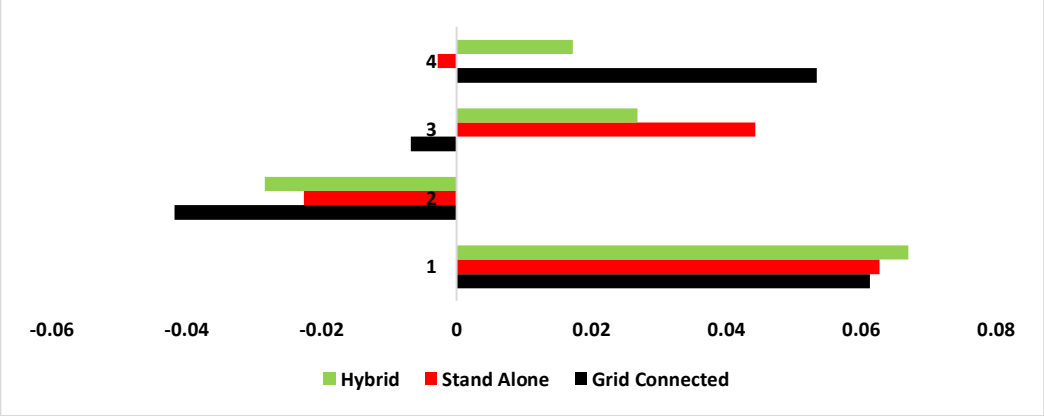
### ۳-۳- شاخص اهمیت نسبی فرایندها

در شکل ۷، اهمیت نسبی هر فرایند در هر خوشه نشان داده شده است. گفتنی است که میانگین همبستگی عبارات کلیدی جای گرفته در هر خوشه، با یک فرایند خاص در مقایسه با میانگین همبستگی کل عبارات با آن فرایند، بیانگر اهمیت نسبی آن در هر کدام از خوشه‌ها است. برای مثال جهت محاسبه اهمیت نسبی فرایند متصل به شبکه در خوشه شماره ۱، میانگین همبستگی عبارات کلیدی که در این خوشه جای گرفته‌اند با این فرایند محاسبه می‌شود و سپس مقدار به دست آمده بر میانگین همبستگی کل عبارات کلیدی با فرایند متصل به شبکه تقسیم می‌شود. مقدار به دست آمده را می‌توان معادل با ارزش و کاربرد فرایند متصل به شبکه با عبارات کلیدی جای گرفته در خوشه شماره ۱ دانست.

www.SID.ir

Arshive of SID






**شکل ۷- اهمیت نسبی فرایندها در هر خوشه**

همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود، هر یک از فرایندهای فناوری فتوولتائیک در اختراعات ثبت شده با یک رنگ مشخص شده‌اند. این شکل اهمیت نسبی هر یک از فرایندهای سه‌گانه را در هر کدام از خوشه‌ها نشان می‌دهد. با بررسی خوشه‌ها توسط متخصصان، ارتباط و نحوه گروه بندی کلمات با یکدیگر مورد تحلیل قرار گرفت و خصوصیات هر خوشه به دست آمد. همانطور که مشاهده می‌شود خوشه شماره ۱ کلماتی را شامل می‌شوند که با هر سه فرایند همبستگی و فراوانی وقوع دارد ولی این همبستگی با فرایند Hybrid بیشتر از دو فرایند دیگر است. خوشه ۲ مبین کلماتی است که با هیچ کدام از سه فرایند همبستگی و فراوانی وقوعی ندارد؛ و خوشه شماره ۳ بیانگر کلماتی است که با فرایندهای Stand Alone و Hybrid همبستگی مثبتی دارد ولی با فرایند Grid Connected همبستگی منفی دارد؛ خوشه شماره ۴ نیز فقط با فرایند Stand Alone از فرایند های یاد شده همبستگی منفی دارد ولی با دو فرایند دیگر هم‌وقوعی بالایی دارد.

## ۴- بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش، پیش‌بینی فناوری با متن‌کاوی اسناد اختراعات ثبت شده و تحلیل خوشه‌ای در حوزه‌ی فناوری فتوولتائیک است. در ابتدا پس از تشکیل گروه متخصصان شامل اساتید رشته‌های مهندسی برق، مهندسی مکانیک، مهندسی انرژی و فیزیک از دانشگاه کمبریج در خارج و دانشگاه‌های تهران، صنعتی شریف در داخل و سپس جمع‌آوری اختراعات ثبت شده‌ی مربوطه از پایگاه ثبت اختراعات آمریکا طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶ و انجام عملیات متن‌کاوی بر روی ۱۲۸۸اختراع ثبت شده و تحلیل خوشه‌ای این کلمات کلیدی، در نهایت خلاءهای تحقیقاتی در فناوری فتوولتائیک شناسایی و پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی داده شد. این پیشنهادات می‌تواند مورد استفاده دانشگاه‌ها، پژوهشکده‌ها و مراکز تحقیقاتی، پارک‌های علم و فناوری و علاقه‌مندان این حوزه از فناوری قرار گیرد. این خلاءها و پیشنهادات شامل موارد زیر می‌باشد:

- وجود کلمه آمورفوس(Amorphous)، کادمیوم (Cd)، تک بلوری(Monocrystalline)، پلاتینوم (Platinum) و گالیوم آرسناید (Ga As) بیانگر این واقعیت است که تا به حال در اختراعات حوزه فتوولتائیک به این مواد اولیه که بیشتر شامل نسل دوم از مواد اولیه (لایه نازک‌ها) م باشد در ترکیبات تشکیل دهنده‌ی صفحات خورشیدی توجه نشده است و مخترعان می توانند به عنوان یک ایده‌ی جدید در اختراعات آتی مورد توجه قرار دهند.
- وجود کلمه آلی (Organic) و زیر مجموعه‌های مربوط به آن از قبیل: حساس به رنگ ( Dye sensitize)، پلیمری(Polymer)، کریستال مایع (Liquid crystal) و نقاط کوانتومی ( Quantum dot) نشان دهنده‌ی این است که مخترعان به این نسل از فناوری فتوولتائیک و تاثیرات آن توجه

www.SID.ir

Arshive of SID



ننموده اند. علت این امر آن است که این نسل از فناوری هنوز در مرحله‌ی آزمایشگاهی بوده (مرحله ی طفولیت سیکل عمر محصول) و هنوز بصورت تجاری مورد استفاده قرار نگرفته است در حالیکه می تواند بعنوان یک حوزه پژوهشی جدید مورد عنایت مخترعان قرار گیرد.

- وجود کلمه ابری (Cloudy)، بارانی (Rainy) و مرطوب (Humid) حاکی از آن است که این شرایط جوی ( آب و هوایی) و تاثیرات عملکرد آنها در کارایی و عدم‌کارایی سیستم‌های فتوولتائیک مورد غفلت قراگرفته شده است.

**فهرست منابع**


۱) انصاری، رضا؛ فرقانی، علی؛(۱۳۸۵) "پیش بینی تکنولوژی؛ جهش در روشنی " ماهنامه تدبیر، شماره ۱۷۵، صص۷-۱۳.

۲) کاظم‌نژاد واقفی، شهرام ؛ موسی‌خانی، مرتضی ؛(۱۳۸۸)"ارزیابی و بررسی انتقال تکنولوژی در تولید موتورهای دیزلی". فراسوی مدیریت: صص ۳۱-۵۰.

3) Abraham، B. P. and S. D. Moitra. (2001)"Innovation assessment through patent analysis", 245–252, 1.

4) Chen، Y.-H.، C.-Y. Chen، et al. (2011)"Technology forecasting and patent strategy of hydrogen energy and fuel cell technologies." 6957-6969.

5) Daim، T. U.، G. Rueda، et al.(2006)"Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis." Technological Forecasting & Social Change: 981–1012.

6) Day، J.-D. and H.-C. Lai .(2009)"A study on the development of auto-stereoscopic 3D display- Based on patent analysis," 5: 1-9.

7) Jeong, Y.Lee, K.Yoon, B.Phaal, R. (2015) "Development of a roadmap through the enerative Topographic mapping and Bass diffusion model". Journal of Engineering and Technology management.112-123.

8) Trappey ،C. V., Wu, H.Y., et al. (2001)"Using patent data for technology forecasting: China RFID patent analysis", Advanced Engineering Informatics, 25: 53-64.

9) Yoon,J.Kim,K. (2012)" An analysis of property-function based patent networks for strategic R & D planning in fast-moving industries: The case of silicon-based thin film solar cell".Expert Systems With Applications.7709-7717,.

10) Zhang, T., R. Ramakrishnon and M. Livny.(2001) "BIRCH: An efficient data clustering method for very large database"s. Proceedings of the ACM SIGMOD Conference on Management of Data.p. 103–114.


www.SID.ir

Arshive of SID

# Technology Forecasting Based on Text Mining Patents and Cluster Analysis: Case Study Photovoltaic Technology

**Zohre Bayanloo**
Master of executive management , university of Yazd
(Corresponding Author)
Zohre.Bayanloo@yahoo.com

**Habib Zare Ahmadabadi**
Assistant professor in department of industrial management, university of Yazd

## Abstract

Nowadays, solar energy has been utilized in various ways and photovoltaic technology is one of them. Photovoltaic phenomena is a phenomena in which solar energy converts to the electrical energy "direct". Shrinkage of fossil fuel resources as the current main source of energy, is one of the main concerns of today's world. Because of the solar energy has attracted attentions as an alternative for fossil fuels recently. Technology forecasting has been defined as pre-realization of promising future technology progresses and assessment of its potential. Researchers use numerous methods to forecast technology and analysis of patent is one of them. In this article international patents, related to the area, which are registered in USPTO from 1985 to 2016 has been extracted. By implementation of text mining and two step clustering approach, it turns out that there is research gaps in this sector of technology which is not considered. As the result, research gaps and future research opportunities for researchers were identified and presented.

**Keywords:** Technology Forecasting, Text Mining, Patent, Two Step Cluster, Photovoltaic

www.SID.ir