www.roshdefanavari.ir
شاپا: ۵۴۸۶-۱۷۳۵ / شاپای الکترونیکی: ۵۶۶۴-۱۷۳۵

فصلنامه تخصصی پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد
فصلنامه رشد فناوری، سال بیست و دوم، شماره ۸۶، بهار ۱۴۰۵

طراحی مدلی از عناصر سازنده بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی: مروری نظام‌مند با رویکرد متن کاوی

سیدوهاب شفائی
دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران
Seyedvahab.shafaei@iau.ac.ir

الهام فاضلی ویسری*
دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران
elhamfv@iau.ac.ir

محمدجواد تقی‌پوریان
دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران
Mj.taghipourian@iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲ تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۳/۰۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۸

چکیده

کاربرد بلاک‌چین در سال‌های اخیر به‌عنوان یک فناوری انقلابی در حوزه پایگاه داده و شبکه می‌باشد و کاربردهای متفاوتی دارد. نظر به بحران مصرف انرژی، تمایل به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، مسائل گرمایش زمین و حرکت به سوی پایداری در تولید و توسعه، مفهوم اینترنت انرژی را از مسائل مهم روز دنیا شمرده است. برای سال‌های گذشته، گمانه‌زنی‌هایی در مورد توانایی فناوری بلاک‌چین برای کارآمدتر ساختن بخش انرژی وجود دارد، لذا شناسایی ابعاد و عناصر بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی هدف اصلی این پژوهش می‌باشد. این مطالعه از نظر هدف کاربردی و با بهره‌گیری از ابزار تجزیه و تحلیل کتاب‌سنجی و رویکرد متن‌کاوی و با استفاده از نرم‌افزار Rapid Miner 9.10 در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۴ بر روی ۲۲۱۵ مقاله به بررسی ادبیات نظام‌مند جامع می‌پردازد و سپس عناصر و ابعاد سازنده بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی را خوشه‌بندی می‌نماید. یافته‌ها بدین صورت بود که ۱۲۴رکورد مورد بررسی قرار گرفت، سپس با رویکرد متن کاوی ۵ خوشه اصلی: اعتمادسازی و ارائه زیرساخت مجازی هوشمند، بهره‌وری نظام‌مند جهت توزیع انرژی پاک، بهینه‌سازی امن در مصرف و تبدیل انرژی، مدیریت مدرن و بلوغ در ساختار فناوری و خودارزیابی انرژی شناسایی شد. بینش‌هایی که این مدل در مورد مدیریت کلان انرژی یک کشور ارائه می‌دهد می‌تواند به برنامه‌ریزی راهبردهای انرژی برای تولید از جمله تبدیل، انتقال، توزیع و مصرف انرژی کمک شایانی نماید.

واژگان کلیدی

بلاک‌چین؛ اینترنت انرژی؛ فناوری؛ انرژی‌های تجدیدپذیر؛ رویکرد متن کاوی.

۱- مقدمه

بطورکلی بلاک‌چین را می‌توان اینگونه تبیین نمود که یک دفتر کل توزیع‌شده و یک فناوری نوآورانه است که در بخش‌ها و صنایع مختلف در سراسر جهان در حال ظهور است. توجه گروه‌های ذینفع مختلف را مانند شرکت‌های انرژی، شرکت‌های کوچک و متوسط و استارت‌آپ‌ها، توسعه‌دهندگان فناوری اطلاعات، مؤسسات مالی، مقامات ملی و جامعه دانشگاهی را به خود جلب کرده است. در ادامه جهت روشن‌شدن این موضوع و مسأله اصول اولیه بلاک‌چین را بصورت ذیل بیان می‌نماییم:

فناوری بلاک‌چین با چهار ویژگی اصلی خود از دیگر سیستم های اطلاعاتی شناخته‌شده قبلی متمایز است: عدم محلی‌سازی (غیرمتمرکز)، ایمنی، قابلیت تأیید و اجرای هوشمند [۶]. این یک فناوری بسیار نوآورانه است که حاصل تلاش‌های یک دهه "گروه نخبه‌ای از دانشمندان کامپیوتر، رمزنگاران و ریاضیدانان" است [۷]. رویه اصلی در بلاک‌چین بدین صورت است که در ابتدا، عامل یک تراکنش جدید ایجاد می‌کند تا در بلاک‌چین گنجانده شود. این تراکنش اخیراً ایجاد شده با شبکه برای احراز هویت و ممیزی توزیع می‌شود. به محض اینکه تراکنش توسط اکثر گره‌ها براساس قوانین از پیش تعیین‌شده و چند جانبه تعیین‌شده مجاز شد، این فعالیت می‌تواند به‌عنوان یک بلوک جدید به زنجیره منتقل شود [۸]. رکوردی از آن تراکنش در گره‌های پراکنده جداگانه ذخیره می‌شود تا از ایمنی کل سیستم اطمینان حاصل شود. در این بین، قرارداد هوشمند به‌عنوان یک جزء کلیدی بلاک‌چین، انجام تراکنش‌های قابل اعتماد را بدون مشارکت شخص ثالث تسهیل می‌کند [۹]. برای نشان‌دادن تغییر اساسی در سیستم‌های اطلاعاتی فعلی، مقایسه با اینترنت می‌تواند درک تأثیر احتمالی فناوری بلاک‌چین بر ساختارهای فعلی را تسهیل کند. در اصل، اینترنت (برخلاف بلاک‌چین)، برای انتقال اطلاعات (نه ارزش) و همچنین برای پردازش و جابجایی کپی چیزها (نه اطلاعات اصلی) طراحی شده است. بنابراین، در زنجیره‌های بلوکی، ارزش از طریق تراکنش‌های ثبت‌شده در یک دفتر کل توزیع‌شده تولید می‌شود که با ترتیب‌دادن یک رکورد قابل تأیید و دارای مهر زمانی از تراکنش ها که منجر به اطلاعات

* نویسنده مسئول

محافظت‌شده و قابل تأیید می‌شود، ایمن می‌شود. این تراکنش‌های دیجیتال از طریق فرایندهای ممیزی و راستی‌آزمایی انجام می‌شوند که توسط دستورالعمل‌های اجماع سیستم مورد توافق قرار گرفته‌اند. هنگامی‌که رکورد جدید تمام این فرایند را پشت سر می‌گذارد، تأیید می‌شود و در زنجیره بلوکی گنجانده می‌شود و سپس چندین نسخه به روش غیرمتمرکز برای ایجاد یک زنجیره قابل اعتماد تولید می‌شود. کارشناسان امنیتی معتقدند که ویژگی ذاتی تغییرناپذیری بلاکچین آن را از هک و سایر خطرات امنیتی حفظ می‌کند. از این‌رو، بلاکچین دارای تمام ویژگی‌های ذاتی است که آن را برای حل مسائل امنیتی فناوری اینترنت انرژی مناسب می‌کند [۱۰].

آژانس بین‌المللی انرژی در سال ۲۰۱۳ تخمین زده است که، ۲۲ درصد از انرژی جهان از منابع تجدیدپذیر تولید شده است و انتظار می‌رود در سال ۲۰۲۰ به حدود ۲۶ درصد برسد و این روند همچنان تا سال ۲۰۲۳ رو به افزایش می‌باشد. اینترنت انرژی (IOE) را می‌توان به‌عنوان توسعه مفهوم شبکه هوشمند در نظر گرفت. این اصطلاح توسط جرمی ریفکین[1] در کتاب "انقلاب صنعتی سوم" در سال ۲۰۰۸ ابداع شد و به راه‌حلی به سبک اینترنت برای برق براساس اطلاعات دو طرفه و جریان برق اشاره دارد. این تحول که توسط یک مفهوم سه‌گانه پایدار برای تولید ارزش از طریق عملکردهای اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی شرکت‌های انرژی هدایت می‌شود، با خصوصی‌سازی و همچنین مشوق‌های سیاست مالی و انرژی بیشتر تقویت شده است [۱۱].

با افزایش به‌کارگیری فناوری‌های جدید مطالعه پذیرش این فناوری‌ها نیز از اهمیت بالایی برخوردار می‌شود. پیشرفت‌های اخیر بلاکچین باعث ادغام در بسیاری از صنایع شده است. از این‌رو، پذیرش و به‌کارگیری از آن در صنایع به عوامل داخلی و خارجی وابسته است که همزمان مزایا و چالش‌هایی را در پی دارد. در نتیجه شناسایی این عوامل سهولت درک پذیرش و پیاده‌سازی این فناوری را به ارمغان می‌آورد. همچنین، توجه به عوامل پذیرش فناوری بلاکچین در عصر ارتباطات حاضر مسأله‌ای جدی به حساب می‌آید. با توجه به ویژگی‌های غیرمتمرکز که بلاکچین به ارث می‌برد و در قسمت قبل به آن اشاره شده، می‌توان آن را به راحتی در زیرساخت‌های توزیع‌شده و غیرمتمرکز اعمال کرد. هدف اینترنت انرژی بهبود بخشیدن به بهره‌برداری از انرژی با تأکید بر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و توزیع صحیح انرژی برای تأمین تمامی نیازمندی‌ها به منابع انرژی است، با این تفاسیر مسائل زیادی پیش‌روی بلاکچین و اینترنت انرژی قرار دارد و هنوز مطالعه دقیقی درخصوص این موضوع صورت نگرفته است. پس با توجه به اهمیت این موضوع که اینترنت انرژی، شبکه پویایی است که منابع انرژی مختلف را از طریق اینترنت به هم متصل می‌کند همچنین بلاکچین می‌تواند معظلات موجود در مسیر اینترنت انرژی از جمله امنیت و حریم خصوصی را پوشش داده و باعث امنیت اینترنت‌اشیاء شده که اینترنت‌اشیاء در صنایع گاز، برق و آب به‌عنوان اینترنت انرژی شناخته می‌شود و از موارد کاربردی آن می‌توان به «اندازه‌گیری هوشمند»، «خانه هوشمند»، «روشنایی هوشمند معابر» و البته کاربردهای دیگری نظیر «مدیریت تولید پراکنده» اشاره کرد که واحدهای تولید کوچک برق را شامل می‌شود. با توجه با اهمیت موضوع که اینترنت انرژی به‌عنوان راهکار آینده برای مدیریت بهینه تولید و مصرف انرژی از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به اینکه در ایران هنوز زیرساخت‌های لازم برای توسعه و استفاده گسترده از بلاک‌چین در حال شکل‌گیری است، همچنین وضعیت قانونی این فناوری در ایران نامشخص است و نیاز به تدوین قوانین و مقررات مناسب دارد. سطح آگاهی و دانش عمومی نسبت به بلاک‌چین در ایران هنوز پایین بوده و نیاز به آموزش‌های گسترده در این زمینه برای آشنایی بیشتر مردم و فعالان حوزه فناوری احساس می‌شود. تاکنون کاربردهای بلاک‌چین در ایران محدود به چند حوزه خاص مانند رمزارزها و بانکداری است و استفاده گسترده از آن در سایر حوزه‌ها مانند مالیات، امنیت اطلاعات، زنجیره تأمین و غیره شکل نگرفته است. به‌طورکلی، ایران برای بهره‌مندی کامل از پتانسیل‌های بلاک‌چین نیازمند سرمایه‌گذاری، توسعه زیرساخت‌ها، تدوین چارچوب قانونی و افزایش آگاهی عمومی در این زمینه است. این درحالیست که اینترنت انرژی با ابهامات زیادی همراه بوده و هنوز تحقیقات دقیقی در داخل کشور صورت نگرفته و همچنین با توجه به مسائلی که در رابطه با بلاک‌چین مطرح گردید در این تحقیق ما به دنبال این هستیم که فناوری بلاک‌چین چگونه می‌تواند یک راه‌حل مؤثر جهت امنیت و حریم خصوصی اینترنت انرژی را فراهم آورد. بنابراین در این پژوهش به دنبال طراحی مدلی از عناصر. مؤلفه‌های بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی بوده و هدف این مطالعه مروری نظام‌مند بر این پدیده با رویکرد متن کاوی می‌باشد.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

بلاک‌چین: فناوری بلاک‌چین یک سیستم کاملاً همتا به همتا توزیع شده از دفتر کل است که با استفاده از یک واحد نرم‌افزاری با فناوری‌های امنیتی و رمزگذاری تلاش می‌کند یکپارچگی را به‌دست آورد و حفظ کند. بلاک‌چین از دو کلمه بلاک و زنجیره تشکیل شده است. این تکنیک در واقع یک سری بلوک است. طبق بسیاری از تعاریف، بلاک‌چین یک دفتر کل یا پایگاه داده توزیع شده است. این بدان معناست که مجموعه‌ای از بلوک‌ها که هر کدام حاوی اطلاعات و رمزگذاری خاصی است، به صورت زنجیره‌ای به یکدیگر مرتبط می‌شوند و می‌توان تراکنش‌ها را به‌طور دائم با آنها ذخیره کرد تا حذف نشوند و تنها در این صورت می‌توان دائماً به‌روزرسانی کرد. به عبارت دیگر، نوعی سیستم ثبت و گزارش اطلاعات است که بین تمامی اعضای شبکه به اشتراک گذاشته می‌شود و با استفاده از رمزگذاری، حذف و تغییر اطلاعات ثبت‌شده تقریباً غیرممکن است.

1. Jeremy Rifkin

بلاک‌چین یک ساختار داده توزیع شده است که تکرار شده و بین اعضای شبکه به اشتراک گذاشته می‌شود. هر بلوک در زنجیره یک لیست از تراکنش‌ها و یک هش به بلوک قبلی اضافه می‌کند. به جز اولین بلوک زنجیره به نام پیدایش که برای همه مشتریان شبکه بلاک‌چین مشترک است و والد ندارد [۱۲]. یک بلوک در یک بلاک‌چین را می‌توان به‌عنوان یک تکه کاغذ در نظر گرفت که یک بار پر شده و توسط یک هش رمزنگاری به بلوک بعدی مرتبط می‌شود. هر بلوک معمولاً از سه قسمت تشکیل شده است که شامل سربرگ بلوک، مجموعه‌ای از تراکنش‌ها و داده‌های ابری است که حاوی اطلاعاتی درباره اعتبار تراکنش است. هدر بلوک باعث می‌شود که یک بلوک جدید به بلوک قبلی در زنجیره بپیوندد [۱۳]. این شامل یک هش رمزنگاری الگوریتمی از داده‌های موجود در بلوک، مهر زمانی و هش بلوک قبلی است که منجر به زنجیره‌ای می‌شود که به ترتیب زمانی به هم مرتبط می‌شوند و بلوک بعدی را برای بلاک‌چین دفتر کل پیدا می‌کنند، فرایندی به نام استخراج [۱۴].

به‌طورکلی، هر شیء متصل به بلاک‌چین را گره می‌گویند. البته گره‌هایی که تمام قوانین بلاک‌چین را تأیید می‌کنند، گره‌های کامل نامیده می‌شوند. این گره‌ها تراکنش‌ها را در بلاک‌ها گروه‌بندی می‌کنند و این به عهده آنهاست که تصمیم بگیرند کدام تراکنش‌ها معتبر هستند، کدام‌ها را در بلاک‌چین نگه دارند و کدام‌ها را حذف کنند. در نتیجه، گره‌ها باید در مورد مکان تراکنش‌ها توافق کنند تا اطمینان حاصل شود که شاخه‌ها یا دوشاخه‌های شکسته‌ای وجود ندارد [۱۵].

یک گره می‌تواند به‌عنوان یک نقطه ورود برای چندین کاربر مختلف بلاک‌چین در شبکه فعالیت کند. این گره‌ها یک شبکه همتابه همتا را درجایی تشکیل می‌دهند که به صورت مراحل زیر است [۱۶]:

کاربران با استفاده از کلیدهای خصوصی و عمومی به بلاک‌چین متصل می‌شوند. آن‌ها از کلیدهای خصوصی خود برای امضای تراکنش‌های خود استفاده می‌کنند و می‌توان با استفاده از کلیدهای عمومی خود از طریق شبکه به آنها دسترسی داشت. استفاده از رمزگذاری نامتقارن، احراز هویت، یکپارچگی و عدم انکار را در شبکه تضمین می‌کند. تمام تراکنش‌های امضاشده توسط یک گره کاربر برای همتایان خود در شبکه ارسال می‌شود. رمزگذاری پیشرفته، محاسبه یا استخراج کلید یک فرد از کلید عمومی را برای کاربر غیرممکن می‌کند.

همتایان همسایه[1] اطمینان حاصل می‌کنند که تراکنش ورودی معتبر است یا خیر. اگر معامله معتبر نباشد، رد می‌شود. در نهایت این تراکنش در وب‌سایت منتشر می‌شود. در طول فرایند استخراج، تراکنش‌هایی که توسط شبکه در یک دوره زمانی توافق‌شده جمع‌آوری و تأیید شده‌اند، مرتب شده و در یک بلوک داوطلب با مهر زمانی جمع‌آوری می‌شوند. گره ماینینگ این بلوک را به شبکه بر می‌گرداند. انتخاب گره ماینینگ و محتوای بلوک به مکانیسم توافقی که شبکه استفاده می‌کند بستگی دارد. گره‌ها فقط تأیید می‌کنند که بلوک پیشنهادی حاوی یک تراکنش معتبر است و اینکه عملیات هش‌کردن بلوک قبلی به درستی در زنجیره آنها انجام شده است. بنابراین آنها یک بلوک به زنجیره خود اضافه می‌کنند. در غیر این صورت بلوک پیشنهادی کنار گذاشته می‌شود که به معنای پایان جلسه است. به عبارت دیگر، در یک بلاک‌چین، بلوک‌ها در یک مجموعه غیرمتمرکز از گره‌ها یا دستگاه‌های محاسباتی ذخیره می‌شوند که شفافیت و امنیت را فراهم می‌کنند. آنها در بسیاری از دستگاه‌های محاسباتی ذخیره می‌شوند که شفافیت و امنیت را فراهم می‌کنند. آنقدر ذخیره می‌شود که قبل از افزودن آن به زنجیره باید در مورد صحت آن توافق کنند. با اضافه‌شدن گره‌های بیشتر، شبکه بزرگ‌تر می‌شود و سیستم امن‌تر می‌شود زیرا هک‌کردن آن سخت‌تر می‌شود [۱۷]. ادبیات متفاوتی در مورد ویژگی‌های بلاک‌چین وجود دارد. با این حال، تمامی آنها به ماهیت یکسانی اشاره کرده‌اند. به‌طورکلی چهار مفهوم اساسی در بلاک‌چین موجود است که شامل دفترکل توزیع‌شده، اجماع، رمزنگاری و قرارداد هوشمند است. ادبیات فعلی شبکه‌های بلاک‌چین را به چند روش دسته‌بندی می‌کند که می‌تواند براساس پارامترها، داده‌های مدیریت‌شده، در دسترس‌بودن آن و کنترل دسترسی طبقه‌بندی شود. بسته به نوع مکانیسم دسترسی، بلاکچین‌ها را می‌توان به‌طور گسترده‌ای به دو گروه فاقد مجوز[2] و مجوزدار[3] دسته‌بندی کرد. بلاک‌چین‌های فاقد مجوز همان بلاک‌چین‌های عمومی هستند، درحالیکه بلاک‌چین‌های مجوزدار شامل بلاک‌چین‌های خصوصی و فدرال هستند [۱۸].

اینترنت انرژی: اینترنت انرژی[4] (IoE)، دو مفهوم شبکه هوشمند و اینترنت‌اشیاء[5] را ترکیب می‌کند. اینترنت‌اشیاء مفهومی است که در آن هر شئ از طریق بستر اینترنت و به‌وسیله یک آدرس اینترنتی[6]، قابل شناسایی، دسترسی و حتی کنترل از راه دور خواهد شد. این مفهوم مبتنی بر شبکه‌های هوشمند، توسعه پیدا کرده است و با نام اینترنت انرژی به مجامع علمی معرفی شده است [۱۹]. تحقیقات زیادی در زمینه تولید و توزیع انرژی در یک شهر سبز و هوشمند بر مفهوم اینترنت انرژی متمرکز است. اینترنت انرژی مفهومی است که اینترنت‌اشیاء و مدیریت انرژی را به منظور توزیع و اشتراک انرژی ترکیب می‌کند. همه اشکال انرژی، از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر و غیرقابل تجدید، و همه مصرف‌کنندگان انرژی از طریق اینترنت انرژی با یکدیگر تعامل دارند. براساس این رویکرد، تأمین‌کنندگان و مصرف‌کنندگان انرژی به دو صورت به صورت بلادرنگ با یکدیگر تعامل دارند تا تعدیل تولید، صرفه‌جویی در مصرف و توزیع

1. The Neighboring Peers

2. Permission-Less
3. Permissioned
4. Internet Of Energy
5. Internet of Things, IOT
6. Internet Protocol, IP

بهینه امکان‌پذیر باشد. هدف اینترنت انرژی بهبود استفاده از انرژی با تمرکز بر استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و توزیع مناسب انرژی برای رفع تمام نیازهای انرژی است [۲۰]. مفهوم اینترنت انرژی همچنین به‌عنوان یک پلتفرم نرم‌افزاری برای کنترل، نظارت و مدیریت کل شبکه هوشمند از طریق تعامل دوسویه بین تمامی منابع تولید و مصرف انرژی تعریف می‌شود [۲۱]. آینده سیستم‌های مدیریت انرژی می‌تواند در دو بخش اصلی دسته‌بندی شود: جریان نیرو و جریان اطلاعات. مدیریت این جریان نیرو و اطلاعات به صورت یکپارچه با عنوان اینترنت انرژی شناخته می‌شود. ابزارهای به‌کارگیری و تحقق اینترنت انرژی نیازمند ارتباط دقیق با یکدیگر و شبکه‌های مرکزی کنترل سیستم می‌باشند. از این ارتباطات تحت عنوان ارتباطات ماشین با ماشین[1] یاد می‌شود. اینترنت انرژی، فراهم‌کننده یک معماری نوین است که موجب توسعه سیستم‌های توزیع‌شده در شبکه برق و انرژی می‌شود. به بیان دیگر، اینترنت انرژی یک واسط زمان واقعی بین شبکه هوشمند و مجموعه بزرگی از تجهیزات فراهم می‌کند. اینترنت انرژی به‌وسیله پردازش داده‌ها و اطلاعات، ظرفیت تولید و ذخیره بهینه انرژی به همراه ایجاد توازن بین تولید و مصرف انرژی در شبکه هوشمند را ایجاد می‌کند [۲۲]. اینترنت انرژی به صورت زیرساخت شبکه‌ای پویا تعریف شده است که شبکه انرژی را از طریق اینترنت به هم متصل می‌کند و بدین ترتیب واحدهای انرژی (که به صورت محلی ایجاد، ذخیره و ارسال شده‌اند) قادر خواهند بود تا هر زمان و هر مکان که نیاز است مخابره شوند. داده اطلاعات مرتبط جریان‌های انرژی را دنبال می‌کنند بنابراین اطلاعات ضروری با انتقال انرژی مبادله می‌شود. در شهرهای هوشمند اینترنت انرژی کاربردهای بسیاری دارد که نمونه‌هایی از آنها هوشمندی ساختمان‌ها و تأسیسات است. اینترنت انرژی، شبکه پویایی است که منابع انرژی مختلف را از طریق اینترنت به هم متصل می‌کند. این شبکه، به کاربرانش امکان می‌دهد تا به صورت یکپارچه، اقدام به خرید، فروش یا به اشتراک‌گذاری انرژی کنند؛ چیزی مشابه با نحوه‌ای که ما اطلاعات را در اینترنت جابجا می‌کنیم. با اضافه‌کردن هوش‌مصنوعی و نرم‌افزارهای پیچیده‌تر، با این سیستم، قادر خواهیم بود واحدهای بسیار کوچک انرژی را مدیریت و به‌طور هوشمند، از نیازهای انرژی مطلع شویم. علاوه بر این‌ها، در سمتِ دیگر این معادله، ماشین‌ها، وسایل برقی و دستگاه‌هایی (device) قرار دارند که توسط این فناوری به نحوی تنظیم می‌شوند تا انرژی بسیار کمتری را مصرف کنند [۲۳]. تفاوت شبکه هوشمند و اینترنت انرژی در این است که اینترنت انرژی به معرفی مفهوم اینترنت و فناوری‌های جدید انرژی برای دستیابی به تحول زیرساخت‌های انرژی، به‌طوریکه آن را به شکل یک شبکه جدید که اطلاعات و انرژی را ادغام می‌کند و در اینترنت انرژی در شبکه می‌تواند دوطرفه باشد و عرضه و تقاضای انرژی می‌توان به صورت متعادل‌کننده شود. اینترنت انرژی به صورت زیرساخت شبکه‌ای پویا تعریف شده است که شبکه انرژی را از طریق اینترنت به‌هم متصل می‌کند و بدین ترتیب واحدهای انرژی قادر خواهند بود تا هر زمان و هر مکان که نیاز است مخابره شوند، در نتیجه اطلاعات ضروری با انتقال انرژی مبادله می‌شود. اینترنت انرژی یک سخت‌افزار، نرم‌افزار و میان‌افزار در حال توسعه است که هدف آن اتصال به اینترنت با شبکه‌های انرژی برای ایجاد یک زیرساخت پویای الکتریکی به صورت یکپارچه، سازگار و ایمن است [۲۴].

مطالعات کاملاً مشابه با عنوان تحقیق حاضر، در پژوهش‌های گذشته وجود ندارد ولی در مواردی مشابهت اندکی وجود دارد که به آن اشاره می‌گردد:

جبارپور، ۱۴۰۲ در تحقیقی با عنوان طراحی و پیاده‌سازی پلتفرم بومی مبادله انرژی همتا به همتای مبتنی بر بلاک‌چین، که هدف اصلی این مقاله طراحی و پیاده‌سازی پایلوت پلتفرم بومی مبادله انرژی همتا به همتای مبتنی بر بلاک‌چین با در نظر گرفتن شرایط خاص شبکه برق ایران است. این پلتفرم برای اولین بار در کشور مطابق با پروتکل اتریوم و بر مبنای معماری میکروسرویس طراحی و پیاده‌سازی شده است. این پلتفرم علاوه بر امکان ادغام با سامانه‌های مبتنی بر اتریوم, به واسطه طراحی ماژولار دارای قابلیت توسعه‌پذیری است. در آل یاسین، ۱۴۰۱ در پژوهش خود تحت عنوان توسعه مدل پذیرش فناوری بلاک‌چین در بستر مفاهیم حسابداری مدیریت، با هدف پذیرش مدل توسعه‌یافته فناوری بلاک‌چین مبنی بر برخی مفاهیم حسابداری مدیریت شامل مدیریت هزینه، نوآوری، خودکارآمدی مدیران، موقعیت راهبردی و تأثیر اجتماعی پرداخته شده است. نتایج تحقیق می‌تواند علاوه بر غنی‌سازی ادبیات نظری تحقیق، برای توسعه کسب و کارها قابل استفاده باشد در جهت تعیین راهبردهای همسو با فناوری نوین بلاک‌چین که در ابعاد مختلف مالی و عملیاتی و گزارشگری داخلی و خارجی کاربرد خواهد داشت. هاشمی، ۱۴۰۰ پژوهشی با عنوان شناسایی پنجره‌های فرصت فناوری بلاک‌چین در صنعت بانکداری ایران را مورد بررسی قرار داد، و این پژوهش با بهره‌گیری از رویکردی کیفی و روش تحلیل مضمون به دنبال شناسایی پنجره‌های فرصت فناوری بلاک‌چین و تأثیرگذاری آن بر صنعت بانکداری ایران است. یافته‌های این پژوهش, که مبتنی بر سه پنجره فرصت بازار و تقاضا، فناوری، سیاستی و نهادی دسته‌بندی شده است، بیانگر این است که حذف واسطه‌گری، ارایه خدمات غیرمتمرکز در حوزه احراز هویت و اشتراک اطلاعات را می‌توان به‌عنوان پنجره فرصت تقاضا برشمرد. بهشتی‌نژاد، ۱۳۹۹ در تحقیقی با عنوان طراحی چارچوب پذیرش بلاک‌چین: مطالعه‌ای موردی، نتیجه‌گیری کردند که شاخص‌های سودمندی درک‌شده، سهولت استفاده درک‌شده، قصد رفتاری، رفتار استفاده هنجارها و فرهنگ‌ها، زیرساخت‌های پشتیبانی، هزینه، ساختار بازار، چالش‌های فنی و مزایای بلاک‌چین بر پذیرش فناوری بلاک‌چین تأثیر می‌گذارند. علاوه بر این، شاخص مزایای بلاک‌چین با بیشترین ضریب معناداری، بیشترین تأثیر مستقیم بر سودمندی درک‌شده را دارا می‌باشد.

1. Machine-to-Machine; M2M

همچین، شاخص مزایای بلاک‌چین موجب سودمندی درک‌شده و رفتار استفاده از بلاک‌چین می‌گردد که به‌عنوان تأثیرگذارترین شاخص در پذیرش فناوری بلاک‌چین شناخته شده است. یافته‌های پژوهش، جهت اخذ تصمیمات راهبردی و سیاست‌گذاری در پذیرش فناوری بلاک‌چین در صنایع ایران، به ویژه صنعت کاشی و سرامیک مفید خواهد بود. حبیبی، ۱۳۹۸ در پژوهشی با عنوان ارایه الگوی پیاده‌سازی اینترنت انرژی در سازمان‌های دولتی کشور با رویکرد راهبردی و نگاشت علی دریافتند که براساس تحلیل سودا، ۱۷ عامل به‌عنوان شاخص‌های الگوی اینترنت انرژی شناسایی شدند. براساس الگوی شبکه‌ای اینترنت انرژی ۱۷ مقوله و ۱۵۹ رابطه شناسایی شده است. ژوزیک[1]، ۲۰۲۲ در تحقیقی با عنوان فناوری بلاک‌چین برای انرژی‌های تجدیدپذیر، دریافتند که در بخش انرژی، دیجیتالی‌شدن در حال حاضر در راه‌حل‌هایی مانند شبکه‌های هوشمند، کنتورهای هوشمند، وسایل نقلیه الکتریکی و غیره وجود دارد که مفهوم جدیدی از اینترنت انرژی در ادبیات دانشگاهی معرفی شده است. این مطالعه نه تنها کاربردهای متعددی برای کارشناسان صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر دارد بلکه برای گروه‌های ذینفع از کشورهای مختلف و صنایع و همچنین مقامات دولتی نیز پر کاربرد می‌باشد.

میگلانی[2]، ۲۰۲۰ در تحقیق خود با عنوان بلاک‌چین برای مدیریت اینترنت انرژی: بررسی راه‌حل‌ها و چالش‌ها، دریافتند که فناوری بلاک‌چین با ویژگی‌های اتوماسیون، تغییرناپذیری، تسهیلات دفتر کل عمومی، برگشت‌ناپذیری، تمرکززدایی، اجماع و امنیت در ادبیات برای حل مشکلات رایج معماری متمرکز IoE اتخاذ شده است. فناوری بلاک‌چین با استفاده از قراردادهای هوشمند، تبادل خودکار داده‌ها را پیچیده می‌کند تراکنش‌های انرژی، مدیریت پاسخ تقاضا و تجارت انرژی همتا به همتا (P2P) و غیره. بلاک‌چین نقش حیاتی در تکامل بازار IoE به‌عنوان منابع تجدیدپذیر توزیع‌شده و شبکه شبکه هوشمند خواهد داشت، در حال استقرار و استفاده هستند.

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از منظر هدف کاربردی می‌باشد که در گام نخست در مورد مفهوم "بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی" یک مرور ادبیات نظام‌مند جهت تجزیه و تحلیل مطالعات موجود در این زمینه صورت گرفت. مراحل بررسی ادبیات پژوهش براساس رویکرد پریزما[3] است که در سال ۲۰۰۹ برای بهبود کیفیت گزارش بررسی‌های نظام‌مند و مطالعات متاآنالیز معرفی شده است. به‌طورکلی در رویکرد پریزما چهار مرحله کلی وجود دارد که عبارتند از چگونگی پیداکردن مقالات، غربالگری، دستیابی به مقالات مرتبط و جمع‌بندی مقالات مرتبط. بدین صورت که ابتدا گردآوری مقاله‌های مرتبط با مرور و تعداد مقاله‌هایی که از طریق جستجو در پایگاه داده‌ها و همچنین سوابق اضافی که از طریق منابع دیگر به‌دست می‌آیند را شامل می‌شود. در ادامه مرحله غربالگری است که بیانگر تعداد مقالاتی است که بعد از حذف موارد تکراری باقی می‌مانند. سپس متن کاوی مقاله‌ها از جهت واجد شرایط‌بودن یا شایستگی مورد بررسی قرار می‌گیرند. باز هم از بین این مقاله‌های کامل، مواردی با ذکر دلایل (معیار خروج) حذف می‌شوند. در آخرین مرحله تعدادی از مقاله‌ها برای تهیه مقاله کیفی (مرور نظام‌مند) و تعدادی دیگر برای تدوین مقاله کمی (فراتحلیل) مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲۹]. در ادامه گام‌های پژوهش و چارچوب تحقیق نشان بیان می‌گردد.

۳-۱- فاز اول پژوهش: مرور نظام‌مند

گام نخست در این مرحله از پژوهش شامل بررسی ادبیات با طیف گسترده‌ای از مفاهیم است به‌طوریکه تمام مطالعات مربوط به بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی براساس دسترسی محقق در نظر گرفته شده است. بیش از ۲۱۲۰ مقاله از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۴ براساس کلمات کلیدی "بلاک‌چین[4]"، "اینترنت انرژی[5]"، "اینترنت‌اشیاء[6]" شناسایی شد و این کلمات کلیدی نشان‌دهندهٔ ارتباط این انتشارات با مفهوم بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی است.

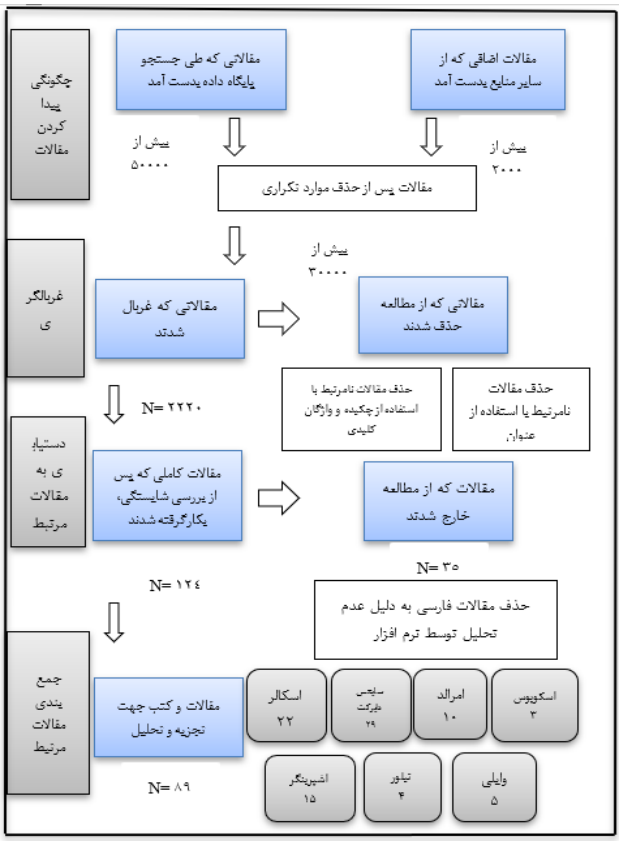
در گام دوم از روش مرور نظام‌مند، اسناد و پیکره‌های آماری مبدأ با حذف اسناد تکراری، نامربوط و با خواندن چکیده‌ها و حذف موارد تکراری در پایگاه‌های مختلف مشخص شد. پایگاه‌های اطلاعاتی وایلی[7]، اشپرینگر[8]، اِسکوپوس[9]، وِب‌آف‌ساینس[10]، و همچنین مرورگر گوگل اِسکالر[11] جهت مطالعه بررسی شدند، البته نکاتی در این خصوص قابل ذکر می‌باشد که تمامی این پایگاه‌های داده اطلاعاتی با هم مقایسه شدند و چون مرورگر گوگل اسکالر پایگاهی جامع و بزرگی است تعداد زیادی از مقالات در این پایگاه موجود بوده و تمامی مقالات بررسی شدند تا تکراری نباشد. نکته دوم درخصوص داده‌های فارسی می‌باشد که بیش از ۵۰ مقاله و رساله از پایگاه‌های داخلی جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و اکثر مؤلفه‌ها و ابعاد شناسایی‌شده از این مطالعات در مقالات انگلیسی یافت شده و از آنجایی‌که نرم‌افزار بکار گرفته شده در این پژوهش رپیدماینر[12] می‌باشد و این نرم‌افزار تنها داده‌های انگلیسی را مورد تجزیه و تحلیل خود قرار داده و به‌عنوان ورودی می‌پذیرد بنابراین در ادامه تنها داده‌های

1. Juszczyk
2 . Miglani
3. PRISMA Approach

4. Blockchain
5. Internet of Energy
6. Internet of Things
7. Wiley
8. Springer
9. Scopus
10. Web of Science (WoS)
11. Google Scholar
12. Rapid Miner

انگلیسی به‌عنوان ورودی انتخاب و داده‌های فارسی کنار گذاشته شده‌اند که این فرایند در شکل ۱ نشان داده شده است.

گام سوم شامل تجزیه وتحلیل اسناد برای یافتن پاسخ به پرسش‌های پژوهش با هدف ۱) مشخص‌کردن اهمیت بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی و ۲) ارائه یک مدل جامع براساس تجزیه وتحلیل و شکاف‌های موجود در مبانی نظری است.



شکل ۱- روش‌شناسی برای مرور نظام‌مند مبانی نظری (منبع: نگارنده)

در این بخش به تجزیه و تحلیل و بررسی ادبیات و مبانی نظری پرداخته می‌شود و پس از حذف اسناد نامرتبط و تکراری در عنوان، چکیده و محتوا در گام دوم مقالات شامل مدل‌های بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی براساس سال انتشار، و محتوا بررسی شد. حدود ۱۲۴ پیکره آماری که ۳۵ مورد فارسی بوده و از ادامه تحلیل و بررسی حذف گردید و ۸۹ مورد انگلیسی بوده که از این تعداد یک مورد کتاب و همچنین از گوگل اسکالر (۲۲ مقاله)، ساینس دایرکت (۲۹ مقاله) و امرالد (۱۰ مقاله)، اسکوپوس (۳ مقاله)، اشپرینگر (۱۵ مقاله)، تیلور (۴ مقاله) و وایلی (۵ مقاله) برگزیده شد و برای استخراج ابعاد، مورد بررسی قرار گرفت. روایی و اعتبار این مطالعات توسط خبرگان تأیید شد.

۳-۲- فاز دوم: پژوهش متن کاوی و خوشه‌بندی

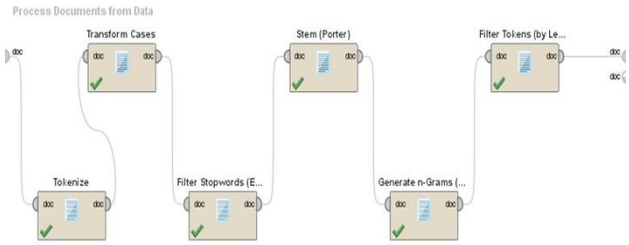
به‌طورکلی، کتابخانه‌های دیجیتال، اسناد فنی و گسترش وب دسترسی به تعداد زیادی از اسناد متنی جمع‌آوری شده را برای گسترش منابع اطلاعاتی مفید تسهیل کرده است [۲۸]. بنابراین، کشف متن یا کشف دانش از پایگاه‌های داده متنی کار بسیار دشواری است زیرا اکثر اسناد استانداردهای عمق زبان طبیعی مورد استفاده را برآورده نمی‌کنند. داده‌های متنی در قالب پایگاه‌های اطلاعاتی و منابع آنلاین [۲۹] ممکن است این سؤال را ایجاد کند که چه کسی مسئول بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌ها است. تجزیه و تحلیل دستی و استخراج کارآمد اطلاعات مفید به دلیل شرایط امکان‌پذیر نیست. نرم‌افزاری که از ابزارهای خودکار برای تجزیه و تحلیل حجم زیادی از محتوای متنی، استخراج داده‌های مرتبط، تجزیه و تحلیل داده‌های مرتبط و سازماندهی داده‌های مرتبط استفاده می‌کند، باید استفاده شود. با توجه به نیاز روزافزون به استخراج اطلاعات از تعداد زیادی اسناد متنی موجود در وب، متن کاوی به‌طور فزاینده‌ای در تحقیقات اهمیت پیدا می‌کند [۳۰]. به‌طور کلی، متن کاوی[1] کاوی[1] و داده‌کاوی مترادف در نظر گرفته می‌شوند، با این تصور که می‌توان از تکنیک‌های یکسانی در هر دو مفهوم برای استخراج متن استفاده کرد. اما این دو عبارت در داده‌کاوی که شامل داده‌های ساخت یافته می‌شود، متفاوت است. متن به جنبه‌های خاصی می‌پردازد و نسبتاً بدون ساختار است و معمولاً نیاز به پیش پردازش دارد. علاوه بر این، متن کاوی یک زمینه مرتبط با پردازش زبان طبیعی است. پردازش زبان طبیعی یکی از مهم‌ترین موضوعات مرتبط با تعامل تعداد زیادی از متون بدون ساختار، علاوه بر تجزیه و تحلیل و تفسیر زبان‌های انسانی است [۳۱].

۳-۳- پیش پردازش متون:

یکی از مراحل اولیه جهت متن کاوی پیش پردازش آن می‌باشد، بعد از آماده‌سازی اولیه متون فاز پیش پردازش انجام می‌گردد. در واقع پیش پردازش، اولین گام در جهت تطابق مستندات متنی با نمایش آنها در قالب مناسب می‌باشد. ثابت شده که تنها ۳۳ درصد از کلمات در یک متن مفید هستند و می‌توان از آنها جهت استخراج اطلاعات استفاده نمود. اغلب کلمات در راستای رساندن منظور و هدف اصلی استفاده می‌شوند و بیشتر تکراری می‌باشند. در حقیقت پیش پردازش وظیفه نگاشت متن داده شده به یک نمای منطقی را بر عهده دارد که در شکل ۲ این فرایند نشان داده شده است. به عبارت دیگر استخراج ویژگی و وزن‌دهی و کاهش ابعاد در این قسمت انجام می‌گیرد. بسته به کاربرد، استخراج ویژگی می‌تواند بسیار ساده یا بسیار مفصل باشد. تحلیل واژگانی شامل عملیات مربوط به یکسان‌سازی متن، قواعد مربوط به نشانه‌گذاری‌ها و مرزبندی بین کلمات

1. Text Minig

می‌باشد. بعد از این مرحله عموماً دسته‌ای از کلمات بی‌ارزش که متناوباً تکرار می‌شوند و بار مهنایی خاصی ندارند مثل: حرف ربط، حرف اضافه، فعل ربطی. حرف تعریف از متن داده شده حذف می‌شوند. در نهایت با استفاده از گروه‌های اسمی کلمات دسته‌بندی می‌گردند [۳۲] و [۳۳].



شکل ۲- فرایند پیش پردازش داده‌ها

۴- نرمال‌سازی

منظور از نرمال‌سازی یا یکسان‌سازی، یکنواخت‌کردن کاراکترهای استفاده شده در متون است. با توجه به اینکه ممکن است اسناد منتشرشده از کدگذاری‌های متفاوتی استفاده کنند، لذا برای بهبود تحلیل‌های متنی نیاز به یکسان‌سازی این متون است. در واقع حذف کد حروف غیرمناسب (مانند اعراب حروف) یا تبدیل کدهای مختلف حروف به یک کد واحد مثل (کد حرف "ی" در عربی و فارسی) و یا کلماتی که دارای ساختار نوشتاری مختلف هستند به یک کلمه، در این مرحله انجام می‌شود [۳۴].

۴-۱- روش TDF-IF

متون اغلب دارای کلمات بیهوده‌ای هستند، بنابراین معقول نیست که از همه کلمات موجود در متن به‌عنوان طبقه‌بندی استفاده کنید. به‌طور کلی، براساس راهبرد خوب، کلماتی که سهم زیادی در طبقه‌بندی دارند، برای طبقه‌بندی متن انتخاب می‌شوند. راهبردهای رایج فیلتر عبارتند از TF-IDF، DF، MI، CHI، ECE و غیره. الگوریتم TF-IDF یک روش رایج برای استخراج ورودی‌های ویژگی در فرایند طبقه‌بندی متن است و از دو جزء تشکیل شده است. اولین جزء TF است. توکن‌هایی را که بارها در یک سند ظاهر می‌شوند محاسبه می‌کند. اگر کلمه‌ای اغلب در یک سند رخ می‌دهد، پس اهمیت آن به معنای سند بیشتر است، TF عنوان فرکانس یک نشانه در یک سند به این صورت محاسبه می‌شود:

$$TF\ Weight = \frac{\text{Numebr of times the token appears in the document}}{\text{Total number of tokens in the document}}$$

جزء دوم IDF است. توکن‌هایی را محاسبه می‌کند که به‌طورکلی در یک مجموعه داده نادر هستند. اگر کلمه نادری در دو سند وجود داشته باشد، اهمیت آن از معنای هر سند بیشتر است. وزن IDF برای یک نشانه، t، در مجموعه‌ای از اسناد، U طبق زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{IDF(t)} = \frac{\text{Total number of documents}}{\text{Total number of documents in U that contains t}} = \frac{N}{n(t)}$$

در نهایت، وزن کل TF-IDF برای یک توکن در یک سند به صورت زیر محاسبه می‌شود [۳۷]:

$$\text{TF} - \text{IDF} = \text{TF} \times \text{IDF}$$

۴-۲- خوشه‌بندی

با تهیه و پردازش کلمات، یک پایگاه داده تصفیه‌شده به‌دست می‌آید. این پایگاه ماتریسی شامل ۸۹ رکورد (تعداد مقالات و کتاب) و ۱۲۵۰ فیلد (ویژگی یا واژگان) است. پس از پیش‌پردازش متون، داده‌ها به فرمت‌های قابل قبول تبدیل شدند. بنابراین می‌توان از عملگر خوشه‌بندی K-means استفاده کرد و سپس فرایند خوشه‌بندی را انجام داد. البته، قبل از آن، برخی از کلماتی که هر کدام ستون خاص خود را دارند، می‌توانند با استفاده از عملگر ویژگی select حذف شوند. در اینجا، ستون "پارامتر" حذف شده است. برای اطمینان از مراحل خوشه‌بندی می‌توان از «فاصله خوشه عملکرد[1]» استفاده کرد که عملکرد مدل را تضمین می‌کند. پس از اجرای مدل، می‌توانیم عملکرد خوشه‌ها را مشاهده کنیم و در این زمان، بهترین مقدار "K" قابل شناسایی است. در این مرحله، برای خوشه‌بندی، یک مقدار تصادفی برای تعداد خوشه‌ها انتخاب می‌شود. حالا تابع خوشه‌بندی با مقدار «K» تصادفی قابل روئیت است. پس از ارزیابی مدل با مقدار تصادفی، مقدار "K" هر بار بین ۳ تا ۸ خوشه تغییر می‌کند. پس از تکرار این چرخه، بهترین مقدار "K" براساس معیار "DaviesBouldin" به‌دست می‌آید (نشان‌دهنده شباهت بین دو خوشه). در اینجا بهترین تعداد خوشه پس از اقدامات ذکرشده، ۵ خوشه است.

۵- یافته‌ها

پس از خوشه‌بندی متون، پنج خوشه به‌دست می‌آید. خوشه‌بندی باید بسیار متمرکز نام‌گذاری شود. بنابراین، واژگان ترجیح داده شده در هر خوشه برای نام‌گذاری آنها استفاده می‌شود. واژگان ترجیحی در خوشه‌ها به کلماتی اشاره دارد که بیشترین فراوانی را در هر خوشه دارند. در مرحله دوم، با مقایسه فراوانی واژگان مرتبط در هر خوشه، واژه ترجیحی مشخص شد. پس از برچسب‌گذاری خوشه‌ها، ۱۰ مقاله از هر خوشه استخراج شد تا اطمینان حاصل شود که عناوین انتخاب‌شده با محتوای هر خوشه مرتبط هستند. از این‌رو، از هر خوشه ۱۰ مقاله که در مجموع شامل ۵۰ مقاله بود، در سه زمینه مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین، می‌توان از عناوین انتخاب‌شده برای هر خوشه مطمئن بود. مباحث مربوط به محتویات خوشه‌ها در جدول (۱) آمده است که در ادامه در جدول (۳) مورد بازنگری قرار گرفت.

1. Performance Cluster Distance

جدول ۱- محتویات خوشه‌بندی براساس خروجی اولیه نرم‌افزار

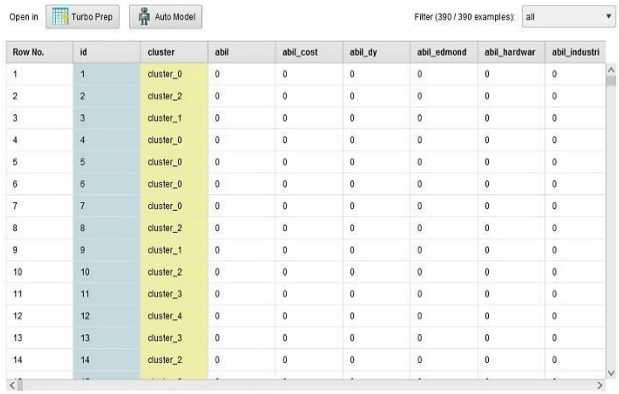
سطر	محتویات خوشه
Cluster 0	Accelerate, accelerate change, accept, account, account grid, accrue, accrue predict, accrue propose, achieve balance, acknowledge, acknowledge costume, act partner, active distribute, adapt system, advance compute, advance challenge, adverse effect, affect energy, alter solution, ambitious future, ambitious, AMI node, AMI system, analytic model, ancillary service, approach generate, approach inform, approach reduce, approach widespread, approve law, area interact, aspect domain, assess wind, atom cp, backbone structure, balance consumes, base dynamic, base power, base protocol, basic train, bc drawback, bc network, bc mechanism, benefit bc, big power biggest market, blackout situation, block chain decent rate, charge, convers system, grid invest, invest, range car, social scads, access device, add block chain, approve node, block chain layer, card smart, card delivery, device layer, layer layer configuration, miner node, secure standard, session, session key, turbine component, vpp smart, buffer cb, cloud, component, control, database system, dm database, energy buffer, energy cloud, fog compute, manage system, offshore, offshore wind, power energy, time frequency, capacity, custom power, energy battery, hour gateway, interact costume, light, machine, motion, motion variant, neighbor peak, outdoor airflow, provide interact, technique, business model, byzantine, edge service, fault teller, modular, modular design.
Cluster 1	Block, charge, company, core network, data kcm, design experience, energy innovate, facility, fog node, gateway, hash block, hash, innovate design, integrate block chain, iot core, iot node, learn smart, miner node, off grid, person data, send user, smart energy, smart meter, agreement, application transmits, consumption, data, data secure, data set, EI energy, permission, raw data, tool, transmission policy, analyze data, automatic decision, capital technology, cloud smart, company data, consensus algorithm, data drive, data resource, data storage, demand region, drive improve, effect expand, expand source, graph, improve reliable, inform transmit, input automatic, integrate service, iot ensure, learn technology, make broad, meter intelligence, plan service, power receive, private data, proof of stake, provide integrate, require data, sale program, storage, technology effect, transmit green, unit in act, automatic demand, demand response, EI block chain, learn.
Cluster 2	Design secure, industry, intelligence transport, iot device, access control, architecture transact, battlefield, block chain, energy harvest, energy internet, fog base, harvest thing, ideal platform, intelligence transport, optimistic, robust, robust stochastic, secure protocol, sense device, access, attack, cloud server, physic capture, redeploy, register redeploy, server, session, smart device, block chain, energy internet, intelligence world, nonlinear structure, portion, secure guideline, system energy, allow user, compute communicate, contract system, contract term, control data, create contract, depict scheme, EI design, execute contract, grid optimistic, model access, require compute, attack, secure scheme, consumption, energy require, extra time, power curve, private block chain, save block chain, tangle network,
Cluster 3	Belong facility, confirm, micro grid, energy user¸ free, incent mechanism, local market, overload, payment, reward, transact node, bc net, capacitor, consumption product, custom system, economy, grid usage, lottery base, manage procedure, network, node result.
Cluster 4	Athens protocol, cognitive, cog nit mac, develop energy, efficiency iot, energy price, retail, service provide, simulate energy, strength, Wi-Fi, algorithm, use, curtail, design accommodate, leach, novel hybrid, produce energy, safety, act approve, approve node, correct maintenance, edge node, maintain process, message edge, network act, receipt, receipt message, trust.

درادامه براساس ادبیات و مبانی نظری موجود در این زمینه عناوین خوشه را می‌توان نام‌گذاری نمود که در جدول (۲) نشان داده می‌شود.

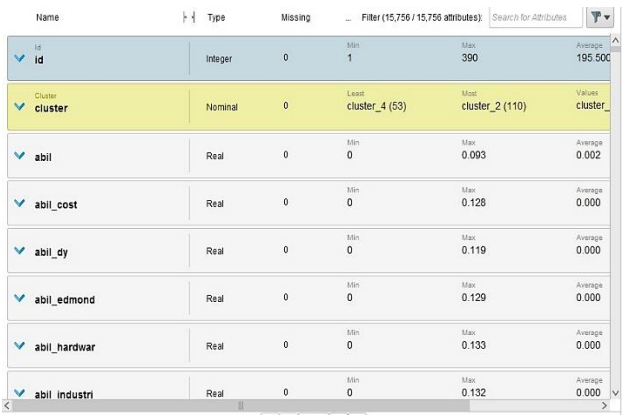
جدول ۲- عنوان خوشه‌بندی

سطر	عنوان خوشه
#Cluster0	اعتمادسازی و ارائه زیرساخت مجازی هوشمند
#Cluster1	بهره‌وری نظام‌مند جهت توزیع انرژی پاک
#Cluster2	بهینه‌سازی امن در مصرف و تبدیل انرژی
#Cluster3	مدیریت مدرن و بلوغ در ساختار فناور
#Cluster4	خودارزیابی انرژی

پس از انتخاب عناوین، نتایج Clustering در نرم‌افزار Rapid Miner به شرح زیر است. اشکال (۳) و (۴) نتایج را نشان می‌دهد.



شکل ۳- خروجی خوشه‌بندی نرم افزار رپیدماینر



شکل ۴- خروجی کمی کلمات خوشه‌بندی شده در نرم‌افزار رپیدماینر

برای دستیابی به متداول‌ترین واژگان، خروجی Clustering از طریق عملگر "Write Excel" به فرمت Excel تبدیل می‌شود و سبب خواهد شد که بیشترین کلمات هر خوشه از طریق قالب‌بندی اکسل به‌دست آید. در اینجا کلمات با وزن بالای ۰/۰۱۹۹ به‌عنوان کلمه انتخابی در هر خوشه انتخاب است.

بنابراین فرمول مورد استفاده در اکسل این است(B2 <= 0.0199, 0, B2)IF= .
فرمول نوشته شده به این معنی است که اگر شماره خانه مربوطه کمتر یا مساوی ۰/۰۱۹۹ باشد، خانه جدید صفر داده می‌شود، در غیر این صورت

همان عدد نوشته می‌شود که سبب به‌دست آمدن یک جدول مرتب خواهد شد. در این جدول تعداد زیادی از اعداد کوچک حذف شده است. این فرمول را می‌توان به‌طور مکرر با افزایش وزن واژگان تکرار کرد. پس از آن، تنها تعداد محدودی از کلمات تکراری در هر خوشه باقی می‌ماند. بنابراین نیازی به صرف زمان زیادی برای بررسی جدول بسیار بزرگ ماینرهای سریع نیست. بلکه فقط از طریق روش فوق است که می‌توانیم از هر خوشه کلماتی را انتخاب کنیم که بیشترین تعداد تکرار را دارند. نتایج خوشه‌بندی در جدول شکل (۳) نشان داده شده است. اما برای روشن‌شدن خوشه‌بندی، این نتایج نیز نمودار شده است. نمودار خوشه‌بندی در شکل (۵) نشان داده شده است. همانطور که توضیح داده شد، با سخت‌ترکردن فرمول، می‌توان به راحتی بیشترین تعداد کلمات را در هر خوشه بدست آورد. در اینجا می‌بینیم که در هر خوشه حدود ۹ تا ۲۵ کلمه تکرار شده ثبت شده است. این کلمات در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳- دسته‌بندی کلمات مربوط به خوشه‌بندی

کلمات تکراری در هر خوشه	عنوان خوشه
سرعت بخشیدن، پیش‌بینی درست، تصدیق سفارش، توزیع فعال، سیستم تطبیق، محاسبات پیشرفته، آینده بلندپروازانه، زیرساخت اندازه‌گیری پیشرفته[1] (AMI)، تعادل مصرف، دینامیک پایه، مکانیزم بلاک‌چین، سود بلاک‌چین، قدرتمندترین بازار، کارت هوشمند، نیروگاه مجازی هوشمند[2] (vpp)، سیستم پایگاه داده، حائل انرژی، ابر انرژی،	اعتمادسازی و ارائه زیرساخت مجازی هوشمند
بلوک، شبکه اصلی، سرور ماینر ابری[3] (kcm)، نوآوری انرژی، تسهیلات، گره‌مه، طراحی نوآورانه، ادغام بلاک‌چین، انرژی هوشمند، متر هوشمند، توافق‌نامه، انتقال برنامه، تصمیم‌گیری خودکار، فناوری سرمایه، ابر هوشمند، الگوریتم اجماع، گسترش منبع، انتقال اطلاعات، ورودی خودکار، خدمات یکپارچه‌سازی، ارائه یکپارچه‌سازی، اثر فناوری، انتقال سبز.	بهره‌وری نظام‌مند جهت توزیع انرژی پاک
طراحی امن، کنترل دسترسی، تراکنش معمار، میدان نبرد، پلت‌فرم ایده‌آل، حمل و نقل هوشمند، تصادفی قوی، پروتکل امن، سرور ابری، ضبط فیزیکی، پیش‌گسترش، اجازه‌دادن به کاربر، ارتباط محاسباتی، سیستم قرارداد، ذخیره بلاک‌چین، شبکه درهم تنیده.	بهینه‌سازی امن در مصرف و تبدیل انرژی
تسهیلات متعلق، تأیید، ریزشبکه، بازار محلی، اضافه بار، گره تراکنش، سیستم سفارشی، روش مدیریت، خالص کار، نتیجه گره.	مدیریت مدرن و بلوغ در ساختار فناوری
پروتکل معتبر، کنترل دسترسی متوسط[4] (MAC)، توسعه انرژی، ارائه خدمات، شبیه‌سازی انرژی، صافی‌کردن یا شستن، ترکیب جدید، نگهداری صحیح، گره لبه، عمل شبکه، اعتماد.	خودارزیابی انرژی

پس از دستیابی به خوشه‌ها و کلمات تکراری، اکنون می‌توان عوامل کلیدی را انتخاب کرد.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به بحران مصرف انرژی، گرایش به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، مسائل گرمایش جهانی و گرایش به سمت پایداری در تولید و توسعه، مفهوم اینترنت انرژی جایگاه مهمی را به خود اختصاص داده است. استفاده از قدرت اینترنت در مدیریت تولید و مصرف انرژی در دسته IOE بررسی شده است. تقاضای انرژی در دهه گذشته با سرعت نگران‌کننده‌ای افزایش یافته است. این مشکل به بحران منابع انرژی و گرم‌شدن زمین مربوط می‌شود. راه‌حل منطقی مقابله با این بحران استفاده از امکانات فناوری اطلاعات و ارتباطات است که به انرژی اینترنت معروف می‌باشد. بلاک‌چین راه خود را به انرژی و سایر صنایع باز کرده است. صنایع مختلف فعال در حوزه انرژی هر کدام از بخشی از مکانیزم بلاک‌چین استفاده کرده‌اند. این فناوری علاوه بر مزایای بی‌شمار برای انرژی ذخیره شده، کاربردهای قابل توجهی برای انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. شفافیت، تمرکززدایی، امنیت و تغییر ناپذیری از مهم‌ترین ویژگی‌های بلاک‌چین هستند. کاهش هزینه‌ها، کمک به پایداری محیط‌زیست، مدیریت اطلاعات و بهینه‌سازی تأمین انرژی از دیگر مزایای بلاک‌چین در زمینه انرژی است. با توجه به این ویژگی‌ها، کسب و کار انرژی از رونق بیشتری برخوردار است. استارت‌آپ‌های بی‌شماری در سراسر جهان برای بهره‌گیری از کاربرد بلاک‌چین در بخش انرژی کار می‌کنند. استفاده از این فناوری تأثیر بسزایی در صنایع مختلف انرژی داشته است. شرکت‌های مختلف در بخش انرژی موفق به کاهش هزینه‌ها با بلاک‌چین شده‌اند. جالب است بدانید که با کمک این فناوری، پایداری محیط‌زیست افزایش می‌یابد و از بسیاری از آلودگی‌ها در حین تولید و حمل و نقل انرژی جلوگیری می‌شود. همچنین انتظار می‌رود این روند در آینده نیز ادامه یابد و شاهد پیامدهای بیشتری از اثربخشی بلاک‌چین در صنعت تولید و انتقال نیرو باشیم. در این زمینه می‌توان به کنسرسیوم ۷ غول نفتی آمریکایی اشاره کرد. شرکت‌های بزرگی مانند اکسون موبایل[5] و شروران[6] اعضای این کنسرسیوم هستند. این شرکت‌ها برای تشکیل اولین کنسرسیوم بلاک‌چین نیروهای خود را ملحق کردند. با توجه به توضیحات و همچنین اهمیت موضوع در این پژوهش سعی گردید که عوامل و ابعاد سازنده بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی را با استفاده از پریزما و متن کاوی شناسایی و خوشه‌بندی کرد. در پژوهش حاضر ابتدا یک مرور نظام‌مند در ادبیات موضوع جهت تجزیه و تحلیل مطالعات موجود در این زمینه صورت گرفته و رویکرد چهار مرحله پریزما صورت گرفت. در گام نخست مجموعه مقالات موجود در این حوزه از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۴ براساس کلمات کلیدی "بلاک‌چین"، "حوزه اینترنت انرژی" و "اینترنت‌اشیاء" شناسایی شد. در گام بعدی مقالات

1. Advanced Metering Infrastructure
2. Virtual Power Plant
3. Cloud Server-miner
4. Medium Access Control
5. Exxon Mobile
6. Chevron

تکراری و نامربوط با خواندن عنوان، چکیده و محتوا حذف گردید. در گام بعدی تجزیه و تحلیل اسناد صورت گرفت و در ادامه متن کاوی و خوشه‌بندی با استفاده از نرم‌افزار رپید ماینر انجام گرفت. در نهایت تعداد ۱۲۴ مقاله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که در نهایت به ۱۲۵۰واژه یا فیلد رسیدیم. با خوشه‌بندی که صورت گرفت به ۵ خوشه دست یافتیم. عناوین خوشه‌ها بدین قرار می‌باشد: اعتمادسازی و ارائه زیرساخت مجازی هوشمند، بهره‌وری نظامند جهت توزیع انرژی پاک، بهینه سازی امن در مصرف و تبدیل انرژی، مدیریت مدرن و بلوغ در ساختار فناور و در نهایت خودارزیابی انرژی. برای بهره‌مندی از مدل پژوهش حاضر ابتدا ابعاد شناسایی‌شده را در غالب شکل (۵) ترسیم می‌نماییم.

شکل ۵- ابعاد بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی (منبع مطالعات پژوهشگر)

با توجه به اینکه اهمیت مسأله انرژی و همچنین نقش بلاک‌چین در این حوزه که در بخش‌های قبلی تحقیق به ان اشاره گردید، بحران انرژی نیز در جهان آشکار می‌باشد، یکی از اساسی‌ترین راهکارهای برون‌رفت از این بحران توجه به فناوری اطلاعات و ارتباطات تحت عنوان اینترنت انرژی می‌باشد این راهکاری‌ست که محققان در مطالعات (۱)، (۲۵)، (۲۶) و (۲۷) به آن اذعان داشته‌اند. از سوی دیگر در این تحقیق سعی شد تا ابعاد و مؤلفه‌های بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد که در پژوهش‌های متعددی از جمله (۲)، (۳)، (۴) و (۵) نیز به این موارد اشاره گردیده است و مطابقت دارند.

پژوهش حاضر نخستین تحقیق رسمی و سازمان‌یافته در زمینه بلاک‌چین در حوزه اینترنت انرژی در مطالعات داخلی بوده، از این جهت با توجه به ابعادی که شناسایی و مشخص گردید و جهت کاربرد آن، در این راستا می‌توان پیشنهاد کرد: با توجه به مؤلفه‌ی اعتمادسازی و ارائه زیرساخت مجازی هوشمند، و با توجه به اینکه امنیت و اعتماد پایه و اساس هر مبادله‌ای است. به همین دلیل است که برای مدت طولانی برای خدمت به جامعه مدرن با سرعت و امنیت بالا و ویژگی‌های منحصر به فرد ظهور کرده است. با توسعه فناوری بلاک‌چین، شبکه‌های غیرمتمرکز جهانی ایجاد شده‌اند که ارزش افزوده‌ای را در هدف‌گذاری و سرمایه‌گذاری‌های کلان فراهم می‌کنند. پیاده‌سازی پلتفرم‌های نرم‌افزاری مبتنی بر بلاک‌چین یکی از راه‌هایی است که سازمان‌ها می‌توانند از فناوری بلاک‌چین بهره ببرند. یکی از مهم‌ترین مزایای سازمان‌ها کاهش هزینه‌ها، تأیید تاریخچه داده‌ها و افزایش سطوح امنیتی است که می‌تواند برخی از چالش‌های پیش روی سازمان‌ها را حل کند. بنابراین، کار طراحی و پیاده‌سازی پلتفرم مبتنی بر بلاک‌چین پردازشگر داده با هدف ارائه راه‌حل پیشرفته و جامع به سازمان‌ها برای توسعه هدف شرکت‌ها است. مؤلفه مشخص‌شده بعدی بهره‌وری نظام‌مند جهت توزیع انرژی پاک می‌باشد بنابراین در این زمینه می‌توان بیان نمود که استفاده از فناوری بلاک‌چین در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای دستیابی به اهداف انرژی پاک، بهینه‌سازی شبکه توزیع انرژی و افزایش اعتماد عمومی به سیستم انرژی مورد استفاده قرار گیرد بدین صورت که بلاک‌چین می‌تواند قابلیت اطمینان و کارایی سیستم‌های توزیع انرژی را بهبود بخشد. با استفاده از ذخیره تراکنش‌های برق در بلاک‌چین، می‌توان مشکلاتی مانند تقلب در هنگام ثبت میزان تولید و مصرف برق را کاهش داد و قابلیت اطمینان بیشتری را برای سیستم‌های انتقال و توزیع انرژی فراهم کرد. همچنین اشتراک‌گذاری انرژی بین خانه‌ها، بلاک‌چین می‌تواند به‌عنوان یک دفتر کل عمومی برای تأیید صحت منابع تجدیدپذیر مانند باد، خورشید و زیست‌توده عمل کند. این مزایا به معنای تحقق اهداف انرژی پاک و اطمینان بخشی به مصرف‌کنندگان در مورد منابع تجدیدپذیر است. مؤلفه شناسایی‌شده بعدی بهینه‌سازی امن در مصرف و تبدیل انرژی بوده، بازارهای انرژی و فعالیت‌های مرتبط می‌توانند به‌طور گسترده از بلاک‌چین سود ببرند. بلاک‌چین می‌تواند پیشرفت‌های قابل‌توجهی را در بازارهای انرژی به ارمغان بیاورد، از جمله افزایش شفافیت، امنیت و کارایی، سهولت تجارت و حل اختلاف، ایجاد بازارهای جدید و مالکیت خود به خود انرژی. بلاک‌چین می‌تواند به بهبود مدیریت و کارایی شبکه کمک کند. با استفاده از بلاک‌چین، تراکنش‌ها در شبکه انرژی را می‌توان ثبت کرد و امکان برنامه‌ریزی بهتر و مدیریت هوشمندتر را فراهم کرد. این می‌تواند منجر به بهبود توزیع انرژی، کاهش ضایعات و بهره‌وری بیشتر شود.

همچنین جهت مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود که اهمیت ابعاد براساس نوع شرکت یا سازمان مشخص شود؛ بنابراین، ممکن است استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای تخصیص وزن‌های مناسب به هریک از ابعاد مناسب باشد. از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان این موضوع را عنوان نمود که این پژوهش، پژوهشی مقطعی بوده که مطالعات مربوط به سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۴ را در نظر گرفته است و مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داده است.

۷- مراجع

۱- جبارپور، محمدرضا، صغیری، علی‌محمد، طراحی و پیاده‌سازی پلتفرم بومی مبادله انرژی همتا به همتای مبتنی بر بلاکچین. روش‌های هوشمند در صنعت برق، ۱۴(۵۶)، ۱۶۹-۱۹۴، ۱۴۰۲.

۲- آل‌یاسین، سیده‌سما، پورزمانی، زهرا، توسعه مدل پذیرش فناوری بلاکچین در بستر مفاهیم حسابداری مدیریت. اقتصاد مالی (اقتصاد مالی و توسعه)، ۱۶(۴ (پیاپی ۶۱))، ۶۹-۱۰۲، ۱۴۰۱.

۳- هاشمی، مسعود، صفدری‌رنجبر، مصطفی، نوربخش، عسگر، شناسایی پنجره‌های فرصت فناوری بلاکچین در صنعت بانکداری ایران. سیاست‌نامه علم و فناوری، ۱۱(۲ (پیاپی ۳۵))، ۳۵-۵۳، ۱۴۰۰.

۴- بهشتی‌نژاد، منصوره، طراحی چارچوب پذیرش بلاکچین: مطالعه‌ای موردی، پایان‌نامه ارشد، دانشگاه یزد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، ۱۳۹۹.

۵- حبیبی، آرش، احمدی‌فر، آرش، ارائه الگوی پیاده‌سازی اینترنت انرژی در سازمان‌های دولتی کشور با رویکرد استراتژیک و نگاشت علی، مدیریت اطلاعات و دانش‌شناسی. ۶(۴)، ۱۱-۲۴، ۱۳۹۸.

6- Nakamoto, S. Bitcoin: A Peer-to-Peer electronic cash system. Available online: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf accessed on 26 December 2018.

7- Teufel, B.; Sentic, A.; Barmet, M. Blockchain energy: Blockchain in future energy systems. J. Electron. Sci. Technol, 17, 100011, 2019.

8- Tucker, C. Blockchain: The Insights You Need from Harvard Business Review; HBR Insights Series; Harvard Business Press: Boston, MA, USA, 2019.

9- Cong, L.W.; He, Z. Blockchain Disruption and Smart Contracts. Rev. Financ. Stud, 32, 1754–1797, 2019.

10- Miglani, A., Kumar, N., Chamola, V., & Zeadally, S, Blockchain for Internet of Energy management: Review, solutions, and challenges, Computer Communications, 151, 395-418, 2020.

11- Lu, X., Shi, L., Chen, Z., Fan, X., Guan, Z., Du, X., & Guizani, M, Blockchain-based distributed energy trading in energy Internet: An SDN approach. IEEE access, 7, 173817-173826, 2019.

12- Christidis, K., & Devetsikiotis, M, Blockchains and smart contracts for the internet of things. Ieee Access, 4, 2292-2303, 2016.

13- Heister, S., & Yuthas, K, The blockchain and how it can influence conceptions of the self. Technology in Society, 60, 101218, 2000.

14- Atlam, H. F., & Wills, G. B., Technical aspects of blockchain and IoT. In Advances in Computers (Vol. 115, pp. 1-39), Elsevier, 2019.

15- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C., A systematic literature review of blockchain-based applications: current status, classification and open issues. Telematics and Informatics, 36, 55-81, 2019.

16- Farah, M. B., Ahmed, Y., Mahmoud, H., Shah, S. A., Al-kadri, M. O., Taramonli, S. & Aneiba, A., A survey on blockchain technology in the maritime industry: Challenges and future perspectives. Future Generation Computer Systems, 2024.

17- Hasan, K. M. B., Sajid, M., Lapina, M. A., Shahid, M., & Kotecha, K., Blockchain technology meets 6 G wireless networks: A systematic survey. Alexandria Engineering Journal, 92, 199-220, 2024.

18- Bennet, D., Maria, L., Sanjaya, Y. P. A., & Zahra, A. R. A., Blockchain technology: Revolutionizing transactions in the digital age. ADI Journal on Recent Innovation, 5(2), 192-199, 2024.

19- Hannan, M. A., Faisal, M., Ker, P. J., Mun, L. H., Parvin, K., Mahlia, T. M. I., & Blaabjerg, F., A review of internet of energy based building energy management systems: Issues and recommendations. IEEE Access, 6, 38997-39014, 2018.

20- Lin, C. C., Deng, D. J., Kuo, C. C., & Liang, Y. L., Optimal charging control of energy storage and electric vehicle of an individual in the internet of energy with energy trading. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 14(6), 2570-2578, 2018.

21- Sani, A. S., Yuan, D., Jin, J., GAO, L., Yu, S., & Dong, Z. Y., Cyber security framework for Internet of Things-based Energy Internet. Future Generation Computer Systems, 93, 849-859, 2019.

22- Town, G. E., Mahmud, K., Morsalin, S., & Hossain, M. J., Integration of electric vehicles and management in the internet of energy. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 82, 4179-4203, 2018.

23- Mohamed, M., Ayman, S., & Sleem, A., Valuation of Internet of Energy (IoE) Platforms in Smart Cities: A Hybrid Multi-Criteria Decision Making Approach. Plithogenic Logic and Computation, 1, 96-107, 2024.

24- Babar, A. Z., & Akan, Ö. B., Sustainable and Precision Agriculture with the Internet of Everything (IoE). ArXiv preprint arXiv: 2404.06341, 2024.

25- Juszczyk, O., & Shahzad, K., Blockchain technology for renewable energy: principles, applications and prospects. Energies, 15(13), 4603, 2022.

26- Miglani, A., Kumar, N., Chamola, V., & Zeadally, S., Blockchain for Internet of Energy management: Review, solutions, and challenges. Computer Communications, 151, 395-418, 2020.

27- Guan, Z., Lu, X., Wang, N., Wu, J., Du, X., & Guizani, M., towards secure and efficient energy trading in IIoT-enabled energy internet: A blockchain approach. Future Generation Computer Systems, 110, 686-695, 2020.

28- Schallmo, D. R., Lang, K., Hasler, D., Ehmig-Klassen, K., & Williams, C. A., An approach for a digital maturity model for SMEs based on their requirements. In Digitalization: Approaches, Case Studies, and Tools for Strategy, Transformation and Implementation (pp. 87-101). Cham: Springer International Publishing, 2021.

29- Kumari, S., Vani, V., Malik, S., Tyagi, A. K., & Reddy, S., Analysis of text mining tools in disease prediction. In Hybrid Intelligent Systems: 20th International Conference on Hybrid Intelligent Systems (HIS 2020), December 14-16, 2020 (pp. 546-564). Springer International Publishing, 2021.

30- Mahgoub, H., Rösner, D., Ismail, N., & Torkey, F., A text mining technique using association rules extraction. International Journal of Computer and Information Engineering, 2(6), 2044-2051, 2008.

31- Akilan, A., Text mining: Challenges and future directions. In 2015 2nd International Conference on Electronics and Communication Systems (ICECS) (pp. 1679-1684). IEEE, 2015.

32- Wedajo, A. D., Khan, S. T., Bhat, M. A., & Zahran Al Balushi, Y. M., Mapping the landscape of female entrepreneurship in Africa: trends, networks and hot topic through text mining techniques. Management & Sustainability: An Arab Review, 2023.

33- Kling, N., Kling, C., Nitsche, A. M., Reuther, K., & Johnston, J. B., Beyond CTRL F (Ind): Exploring Insights Hidden in Abstracts through No-Code Text Mining Using the Example of Social Entrepreneurship. In 2023 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) (pp. 1-8). IEEE, 2023.

34- Hoseini, D., Nikabad, M.S. and Moghaddam, A., 'A dynamic model on the base of text mining for success factors of outsourcing in project-based companies', Int. J. Business Excellence, 2023.