مجله محاسبات نرم، جلد ۹، شماره ۱ (بهار و تابستان ۱۳۹۹)، صفحه ۴۰ـ۵۵
https://dx.doi.org/10.22052/scj.2021.111451

مجله محاسبات نرم
SOFT COMPUTING JOURNAL
تارنمای مجله: scj.kashanu.ac.ir

دانشگاه کاشان
University of Kashan

تحلیل تحقیقات امنیت و حریم خصوصی حوزه بلاک‌چین: یک مطالعه علم سنجی✧

حامد برنگی[۱ و ۲]، مربی، فاطمه راجی[۳*]، استادیار، علی اکبر خاصه[۴]، استادیار

[۱] دانشکده مهندسی کامپیوتر، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

[۲] دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی کامپیوتر، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

[۳] دانشکده مهندسی کامپیوتر، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

[۴] گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت ۲۳ آبان ماه ۱۳۹۹

پذیرش ۲۶ بهمن ماه ۱۳۹۹

کلمات کلیدی:

بلاک‌چین

امنیت، حریم خصوصی

علم‌سنجی

تحلیل محتوا

چکیده

بلاک‌چین یک دفترکل دیجیتال توزیع‌شده و غیرقابل‌انکار است که تراکنش‌ها را در زنجیره‌ای از بلاک‌ها با امنیت بالا ذخیره می‌کند. بلاک‌چین توانایی حل مشکلات مربوط به امنیت و حریم خصوصی در دامنه‌های مختلف را دارد. هدف این پژوهش انجام یک مطالعه‌ی علم‌سنجی بر روی پژوهش‌های امنیت و حریم خصوصی حوزه بلاک‌چین در پایگاه Web of Science است تا تصویری عینی از وضعیت این پژوهش‌ها ارائه دهد. این پژوهش با بکارگیری فنون علم‌سنجی انجام شده است. جامعه‌ی پژوهش را تعداد ۱۲۲۶ رکوردی تشکیل می‌دهد که توسط پژوهشگران حوزه‌ی بلاک‌چین در زمینه امنیت و حریم خصوصی در نمایه‌نامه‌های Web of Science، در بازه‌ی پنج ساله (بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹) وارد شده‌اند. در این مقاله، تاثیرگذارترین کشورها، شبکه همکاری بین کشورها و دانشگاه‌های برتر، برترین پژوهشگران، پرتکرارترین کلیدواژه‌ها و تحلیل خوشه‌ای کلیدواژه‌های این حوزه مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان چنین اظهار داشت که پژوهش‌های امنیت و حریم خصوصی حوزه بلاک‌چین در آی.اس.آی طی مدت این پنج سال رشد چشمگیری داشته است و از بلاک‌چین بیشتر برای حل مشکلات مربوط به امنیت و حریم خصوصی حوزه اینترنت اشیا و کاربردهای آن استفاده شده است.

© ۱۳۹۹ ـ مجلهٔ محاسبات نرم، کلیه حقوق محفوظ است.

۱. مقدمه

در عصر دیجیتال، تقریباً تمامی مدل‌های کسب و کار به لطف پیشرفت‌های زیاد در فناوری اطلاعات و ارتباطات دستخوش تغییرات بی‌سابقه‌ای شده است [۱]. یک تکنولوژی برجسته که باعث تغییر در مدل‌های تجاری سنتی شده، تکنولوژی بلاک‌چین است. در سال ۲۰۰۸، فرد یا افرادی با نام مستعار ساتوشی ناکاموتو[1]، در یک مقاله سفید، بیت‌کوین را معرفی کرد [۲]. بیت‌کوین، یک ارز دیجیتال است که بر پایه دفترکل عمومی غیرمتمرکز و غیرقابل‌انکار[2] که با عنوان بلاک‌چین

✧ نوع مقاله: پژوهشی

* نویسنده مسئول

پست(های) الکترونیک: hbarangi@eng.ui.ac.ir (برنگی)

f.raji@eng.ui.ac.ir (راجی)

khasseh@gmail.com (خاصه)

[1] Satoshi Nakamoto
[2] immutable

نحوه ارجاع به مقاله: برنگی، حامد، راجی، فاطمه، خاصه، علی اکبر، «تحلیل تحقیقات امنیت و حریم خصوصی حوزه بلاکچین: یک مطالعه علم سنجی»، مجله محاسبات نرم، جلد ۹، شماره ۱، ص۴۰ـ۵۵، بهار و تابستان ۱۳۹۹.

شناخته می‌شود، کار می‌کند [۳، ۴]. وضعیت فعلی بلاک‌چین اغلب با شرایط اینترنت در اواسط دهه ۱۹۹۰ مقایسه می‌شود، زمانی که هنوز اینترنت در مراحل ابتدایی رشد خود قرار داشت و هنوز ارزش و پتانسیل آن درک نشده بود [۵]. البته بعضی از کشورها در سال‌های اخیر اهمیت فناوری بلاک‌چین را درک کرده‌اند و موسسات تحقیقاتی در این حوزه دایر کرده‌اند[۶]. برای کشف پتانسیل بالای بلاک‌چین هم در صنعت و هم در دانشگاه‌ها توجه زیادی به آن شده و تحقیقات زیادی در حوزه آن انجام شده است. کاربردهای بلاک‌چین بسیار زیاد است و مقالات زیادی در مورد کاربردهای بلاک‌چین منتشر شده است [۹-۷]. مهم‌ترین کاربردهای بلاک‌چین شامل حوزه اینترنت اشیا [۱۲-۱۰]، بازار [۱۵-۱۳]، دولت [۱۶، ۱۷]، پزشکی و سلامت [۱۸، ۱۹] و کاربردهای عمومی [۲۰، ۲۱] است.

با گسترش اینترنت و افزایش ارتباطات برخط و پس از زمانی که بلاک‌چین به عنوان یک فناوری اصلی در تکنولوژی‌های مالی مورد استفاده قرار گرفت، موضوع امنیت مورد توجه کاربران بسیاری قرار گرفته است [۲۲،۲۰]. به صورتی که مقالات مختلفی در زمینه آسیب‌پذیری در قراردادهای هوشمند، حمله به قراردادها و دزدی از رمز ارزهای معروف مثل بیت‌کوین و اتریوم منتشر شده است [۲۳-۲۵]. همچنین موضوعات مربوط به حریم‌خصوصی مانند امکان مشخص شدن هویت کاربران و مقدار تراکنش‌ها از دیگر نکات مورد اهمیت کاربران به حساب می‌آید [۲۶]. دامنه کاربردهای بلاک‌چین با شناخت بیشتر این تکنولوژی رو به افزایش است و این کاربردها که با ادغام فناوری‌های مختلف انجام شده‌اند، هر کدام نگرانی‌های مختلف امنیتی و حفظ حریم‌خصوصی را بوجود می‌آورند [۲۷]. همچنین از بلاک‌چین برای حفظ امنیت و حریم‌خصوصی در حوزه‌های مختلف استفاده می‌شود. با توجه به گستردگی پژوهش‌های این حوزه، کسب بینش کلی درباره این پژوهش‌ها می‌تواند در درک بهتر آن کمک کند. به این منظور می‌توان از یکی از علوم نوین و رو به توسعه با نام علم‌سنجی استفاده کرد. علم‌سنجی شامل یک سری از روش‌ها برای تحلیل انتشارات علمی مانند مجلات، کتاب‌ها و مقالات با استفاده از ابزارهای مختلف ریاضی، آماری، تحلیل شبکه‌های ارتباطی می‌باشد [۲۸، ۲۹].

امروزه مقالات علمی در پایگاه‌های داده‌های بزرگ ایندکس می‌شوند. این موضوع اجازه می‌دهد که بتوان مقالات را از جنبه‌های مختلف ارزیابی کرد مانند مجموع تولیدات علمی، تحلیل عنوان، چکیده، کلمات کلیدی، تعداد استنادها، نویسندگان تاثیرگذار. نتایج تحلیل‌ها برای نمایش بهتر به شکل‌های مختلف از جمله جداول آماری، نقشه، گراف یا شبکه نمایش داده می‌شوند [۳۰]. این نوع تجزیه و تحلیل علم‌سنجی مقالات به ما کمک می‌کند تا مسائل کلیدی، روندهای در حال ظهور و افراد تاثیرگذار در یک حوزه را بهتر شناسائی کرده تا جهت تحقیقات آینده در آن حوزه، تصمیمات مناسبی اتخاذ کرد [۳۱].

موضوعات مربوط به حریم‌خصوصی و امنیت در بلاک‌چین از جمله مسائل چالشی در این حوزه به حساب می‌آیند. لذا هدف از تحقیق حاضر، تحلیل علم‌سنجی کل مقالات امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین ایندکس شده در Web of Science می‌باشد تا بدین ترتیب حوزه‌های مهم مورد توجه در این مقالات مشخص شود. در این راستا از فنون علم‌سنجی نرم‌افزارهای خوشه‌بندی، آماری و تحیل شبکه و بهره‌گیری می‌شود.

با دستیابی به هدف پژوهش، سوالاتی که در ادامه بیان می‌شوند، پاسخ داده خواهد شد:

۱. روند کمی پژوهش‌های امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین در پایگاه‌های اطلاعاتی آی.اس.آی چگونه بوده است؟

۲. شبکه‌ی همکاری بین‌المللی تولیدات علمی در حوزه امنیت و حریم‌خصوصی بلاک‌چین به چه نحوی است؟

۳. شبکه همکاری دانشگاه‌های برتر در راستای انجام پژوهش‌های این حوزه به چه صورتی است؟

۴. کشورهایی با بیشترین استناد در حوزه امنیت و حریم-

خصوصی بلاک‌چین کدامند؟

۵. برترین پژوهشگران این حوزه از نظر تعداد مقاله، تعداد استناد و H-Index کدامند؟

۶. رتبه‌بندی کلیدواژه‌های حوزه بلاک‌چین براساس فراوانی چگونه است؟

۷. شناسایی پرتکرارترین زوج هم‌واژگانی در حوزه بلاک-چین کدام‌اند؟

۸. براساس تحلیل هم‌واژگانی، پژوهش‌های حوزه بلاک‌چین منجر به شکل‌گیری چه خوشه‌های موضوعی شده است؟

در ادامه در بخش دوم، پیشینه تحقیق بیان می‌شود. بخش سوم، روش انجام تحقیق بیان می‌شود. نتایج حاصل از تحقیق بر اساس رکوردهای پژوهشی بدست آمده، در فصل چهارم شرح داده می‌شود و بخش آخر شامل بحث و نتیجه‌گیری است.

۲. پیشینه تحقیق

بررسی آن دسته از پژوهش‌هایی که با استفاده از فنون علم‌سنجی در حوزه‌ی بلاک‌چین انجام شده است مبیّن آن است که اگرچه این حوزه در سالیان اخیر از جانب پژوهشگران مختلف مورد توجه قرار گرفته است، ولی بررسی مقالات نشان می‌دهد که بررسی جامع در حوزه امنیت و حریم خصوصی بلاک‌چین از مقالات ایندکس شده در آی.اس.آی انجام نشده است. فردیس و همکاران [۳۲]، ۱۱۱۹ مقاله ایندکس شده در پایگاه اسکوپس در حوزه بلاک‌چین بین سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۸ را مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها عنوان کرده‌اند که بلاک‌چین می‌تواند به عنوان راه‌حلی برای حل مشکلات امنیتی در اینترنت اشیا مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، محققان بلاک‌چین در زمینه‌هایی از جمله حریم خصوصی داده، ذخیره‌سازی دیجیتال، امنیت داده، کلان داده و بانک‌های اطلاعاتی توزیع‌شده بیشترین تحقیقات را انجام داده‌اند. روزبهانی و همکاران [۳۳]، ۲۹۱ مقاله بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ در پایگاه وب‌آف‌ساینس در حوزه کاربرد بلاک‌چین در سیستم‌های قدرت[1] را مطالعه کرده‌اند. پژوهشگران چین و آمریکا بیشترین تحقیقات انجام شده در این حوزه را به خود اختصاص داده‌اند. مردیدز سولا و باری‌ویرا [۳۴] و رومانا و همکاران [۳۵] مقالات در زمینه بیت‌کوین در یک بازه هشت ساله ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۹ را بررسی کرده‌اند و نشان دادند مقالات این حوزه رشد ۱۲۴ درصدی سالیانه داشته است. ایساک و همکاران [۳۶] هم تمرکز خود را روی تحلیل بیت‌کوین در دو پایگاه داده اسکوپس و Web of Science گذاشته و روی مفاهیم مربوط به تحلیل محتوا بیشتر تمرکز داشته‌اند. ژنگ و همکاران [۳۷] از پایگاه‌های داده‌های Ei Compendex و China National Knowledge Infrastructure جهت بررسی مقالات حوزه بلاک‌چین در بین سالهای ۲۰۱۱ الی ۲۰۱۷ استفاده کرده‌اند. موضوع بیت‌کوین بیشترین تکرار را در بین این مقالات داشته است. کامران و همکاران [۳۸] مقالات مربوط به کاربردهای بلاک‌چین در اینترنت اشیاء را مورد بررسی قرار داده‌اند. پرتکرارترین کلیدواژه‌های استفاده شده در این مقالات به ترتیب شامل امنیت، قراردادهای هوشمند، محاسبات، حریم‌خصوصی و شهرهوشمند می‌باشد. دباغ و همکاران [۳۹] با بررسی ۹۹۵ مقاله مربوط به بلاک‌چین بین سال‌های ۲۰۱۳ الی ۲۰۱۸ در پایگاه Web of Science، میزان رشد مقالات از سال ۲۰۱۷ را بسیار شدید توصیف کرده‌اند. چهار زمینه تحقیقاتی علوم کامپیوتر، مهندسی، ارتباطات مخابراتی[2] و اقتصاد کسب‌وکار[3] توسط بیشتر مقالات حوزه بلاک‌چین پوشش داده شده است. ژو و همکاران [۴۰] مقالات ایندکس شده در ISI بین سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۸ را مورد بررسی قرار داده‌اند و امنیت و حریم خصوصی را یکی از موضوعات تحقیقاتی مهم در این حوزه معرفی کرده‌اند.

با در نظر گرفتن مقالات علم‌سنجی حوزه بلاک‌چین، تاکنون کاری در حوزه امنیت و حریم‌خصوصی انجام نشده است. به همین دلیل با توجه به اهمیت چالش‌های امنیتی نیاز است که

[1] Power systems
[2] Telecommunications
[3] Business Economics

با استفاده از فنون علم‌سنجی این موضوع مورد مطالعه قرار گیرد.

۳. روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر نوع در زمره‌ی پژوهش‌های کاربردی است که در آن از فنون علم‌سنجی و تحلیل شبکه‌های اجتماعی استفاده شده است. جامعه‌ی آماری این پژوهش را کلیه‌ی پژوهش‌های مربوط به امنیت و حریم خصوصی در حوزه‌ی بلاک‌چین تشکیل می‌دهند که به زبان انگلیسی در نمایه نامه‌های Web of Science، در بازه‌ی پنج ساله (بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹) نمایه شده‌اند.

به منظور به دست آوردن رکوردهای این پژوهش، ابتدا با استفاده از راهبرد جستجوی معرفی شده در [۴۰]، کلیه‌ی پژوهش‌های حوزه بلاک‌چین در بازه‌ی زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ جستجو و مورد شناسایی قرار می‌گیرد. استفاده از راهبرد فوق منجر به بازیابی ۲۸۳۲ رکورد گردیده است. سپس جهت دستیابی به هدف پروژه، آن دسته از پژوهش‌هایی که شامل کلیدواژه‌های مربوط به حوزه امنیت و حریم خصوصی هستند جدا شده‌اند [۴۱، ۴۲]. در نهایت راهبرد جستجوی زیر به دست آمده است که کلیه پژوهش‌های حوزه امنیت و حریم-خصوصی در بلاک‌چین را شامل می‌شود:

```
wc = (blockchain OR bitcoin OR Ethereum OR "distributed ledger" OR "smart contract" OR "hyperledger fabric") AND TOPIC: (privacy OR security OR secure OR attack OR vulnerability OR Threat OR Intrusion)
Refined by: PUBLICATION YEARS: (2017 OR 2015 OR 2019 OR 2016 OR 2018) AND DOCUMENT TYPES: (ARTICLE OR EARLY ACCESS OR REVIEW OR PROCEEDINGS PAPER)
Timespan: All years. Indexes: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, ESCI."
```

با استفاده از راهبرد جستجوی فوق ۱۲۲۶ رکورد پژوهشی به دست آمده است که تمامی آن‌ها بارگیری و پس از یکپارچه‌سازی فایل داده‌ها بر اساس هدف پژوهش به سوالات مطرح شده در قسمت ۱ پاسخ داده شد. لازم به ذکر است که بارگیری رکوردها در ۲۰۲۰/۰۵/۱۵ انجام گرفته است.

پس از بازیابی رکوردهای مربوط به امنیت و حریم خصوصی در بلاک‌چین، تجزیه و تحلیل داده انجام شده است. در این راستا از نرم‌افزار BibExcel [۴۳] برای تهیه فراوانی استفاده شده است. در نهایت به منظور تحلیل محتوا و ترسیم نقشه پژوهش‌های این حوزه از نرم افزار VOSviewer [۴۴] استفاده شده است.

۴. یافته‌های تحقیق

در این قسمت بر اساس اهداف و سوالات پژوهش، تجزیه و تحلیلهای مختلف انجام شده است که در ادامه بیان می‌گردند.

۴،۱. روند کمی تولیدات علمی

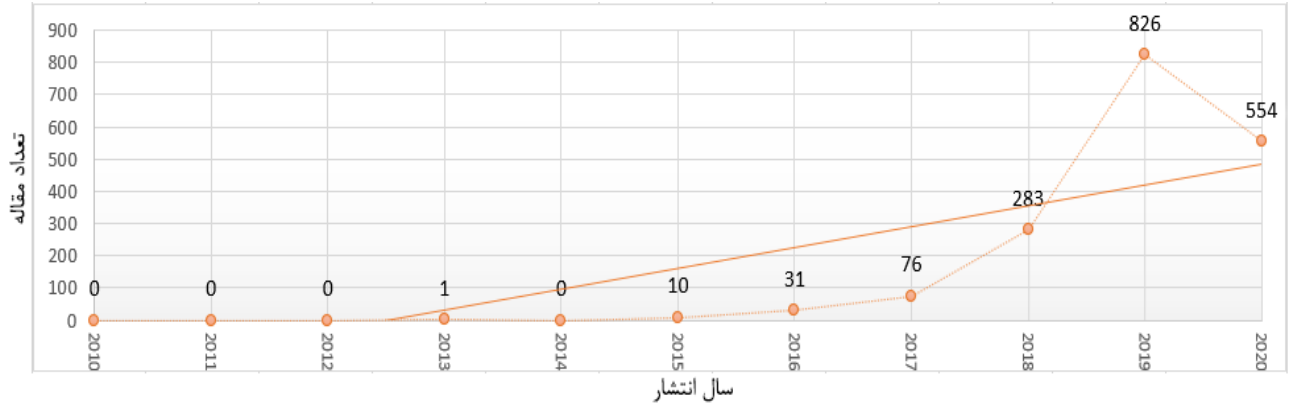
بر اساس استراتژی جستجوی به کار رفته در این پژوهش از سال ۲۰۱۵ تا اواخر سال ۲۰۱۹ تعداد ۱۲۲۶ مدرک علمی در حوزه‌ی حریم‌خصوصی و امنیت بلاک‌چین در نمایه نامه‌های آی.اس.آی ثبت شده است. شکل (۱) روند کلی این پژوهش-ها را نشان می‌دهد.

شکل (۱) به وضوح نشان می‌دهد در پنج سال اخیر، رشد مقالات پژوهش‌های حوزه امنیت و حریم خصوصی بلاک‌چین در نمایه‌نامه‌های تامسون رویترز (آی.اس.آی) بسیار چشمگیر بوده است. به طوری که تعداد پژوهش‌های این حوزه از ۱۰ مورد در سال ۲۰۱۵ به ۷۸۹ مورد در سال ۲۰۱۹ رسیده است که نشان‌دهنده‌ی توجه بیش از پیش پژوهشگران به انجام مطالعات در این حوزه می‌باشد. همچنین این روند در سال ۲۰۲۰ هم ادامه پیدا کرده و با این سیر رشد، تعداد مقالات در انتهای ۲۰۲۰ بالاتر از سال ۲۰۱۹ خواهد بود.

۴،۲. شبکه‌ی همکاری بین‌المللی تولیدات علمی

یکی از مواردی که در بسیاری از محیط‌های علمی رواج یافته است موضوع مشارکت و همکاری علمی در سطح بین المللی می‌باشد. زیرا در بسیاری از پژوهش‌ها اسامی پژوهشگرانی به

چشم می‌خورند که از کشورهای مختلف به صورت یک تیم پژوهشی مبادرت به انجام پژوهش کرده‌اند. البته تا سال ۲۰۱۱ بیست و پنج درصد از کل پژوهش‌هایی که در وب‌آف‌ساینس نمایه شده بودند در قالب مشارکت بین‌المللی انجام شده بودند. این در حالی است که در سال ۱۹۹۰ این میزان فقط ده درصد بوده است [۴۷]. در سال‌های اخیر در مقایسه با دو دهه قبل، کشورهای بیشتری بر روی همکاری‌های بین‌المللی سرمایه‌گذاری می‌کنند [۴۸]. زیرا مشارکت دانشگاه‌های مختلف برای کار بر روی مباحث مختلف علمی باعث بالاتر رفتن سطح کیفی مقالات می‌گردد. با بررسی میزان مشارکت پژوهشگران حوزه امنیت و حریم‌خصوصی بلاک‌چین مشخص شد که ۸۶ کشور مختلف در این حوزه، مقاله داشته‌اند. کشور چین با ۶۳۴ مقاله، بیشترین تعداد مقاله در این حوزه را منتشر کرده است. پس از آن آمریکا، انگلیس، کره‌جنوبی، استرالیا و هند به ترتیب با ۳۵۳، ۱۵۳،۱۳۸، ۱۳۳ و ۱۰۸ مقاله در رتبه‌های بعدی انتشار مقاله در این حوزه قرار دارند.



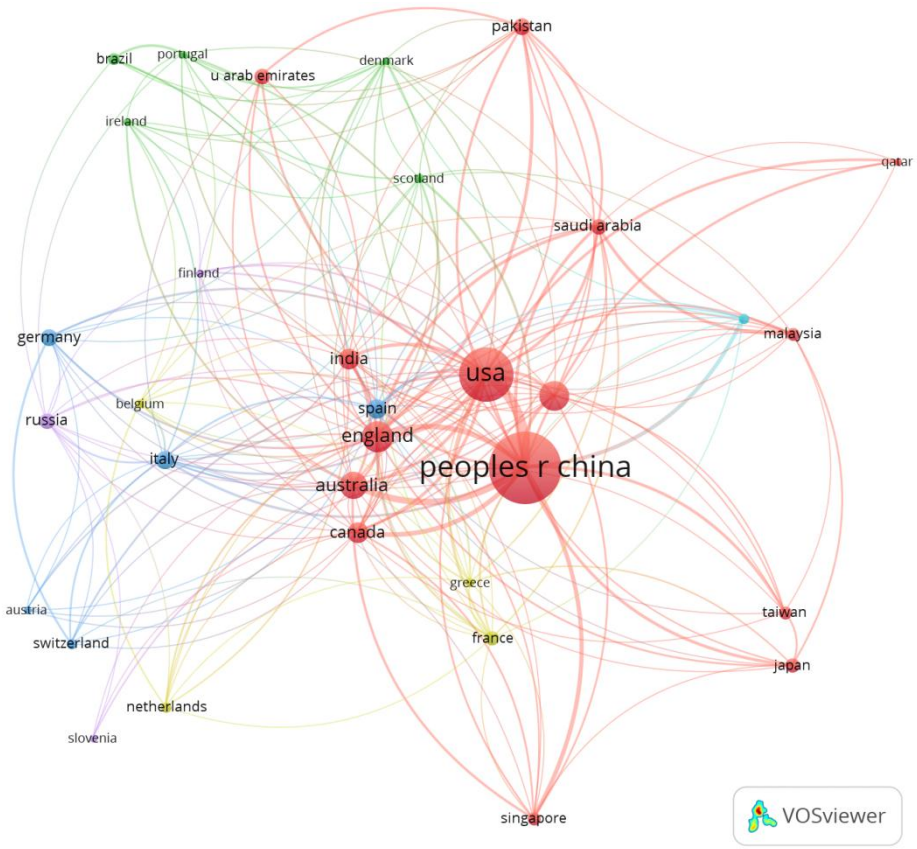
شکل (۱): روند کمّی پژوهش‌های امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین

در شکل (۲) شبکه‌ی کامل همکاری کشورهای مختلف جهان ترسیم شده است که بیانگر میزان فعالیت و مشارکت بین‌المللی پژوهشگران حوزه امنیت و حریم خصوصی بلاک‌چین می‌باشد. در این شبکه، بزرگی گره‌های موجود نشان‌دهنده تعداد بیشتر مقالات منتشر شده توسط آن کشور است و یال‌ها نشان‌دهنده همکاری کشورها در انتشار مقالات است. البته کشورهایی که حداقل ده مقاله داشته‌اند در این شبکه وارد شده‌اند. کشورهای چین، آمریکا، انگلیس، استرالیا، کانادا، هند، اسپانیا، عربستان سعودی و ایتالیا همکاری خوبی در ارائه مقالات با محققان سایر کشورها داشته‌اند و از گره‌های تاثیرگذار در شبکه همکاری به حساب می‌آیند.

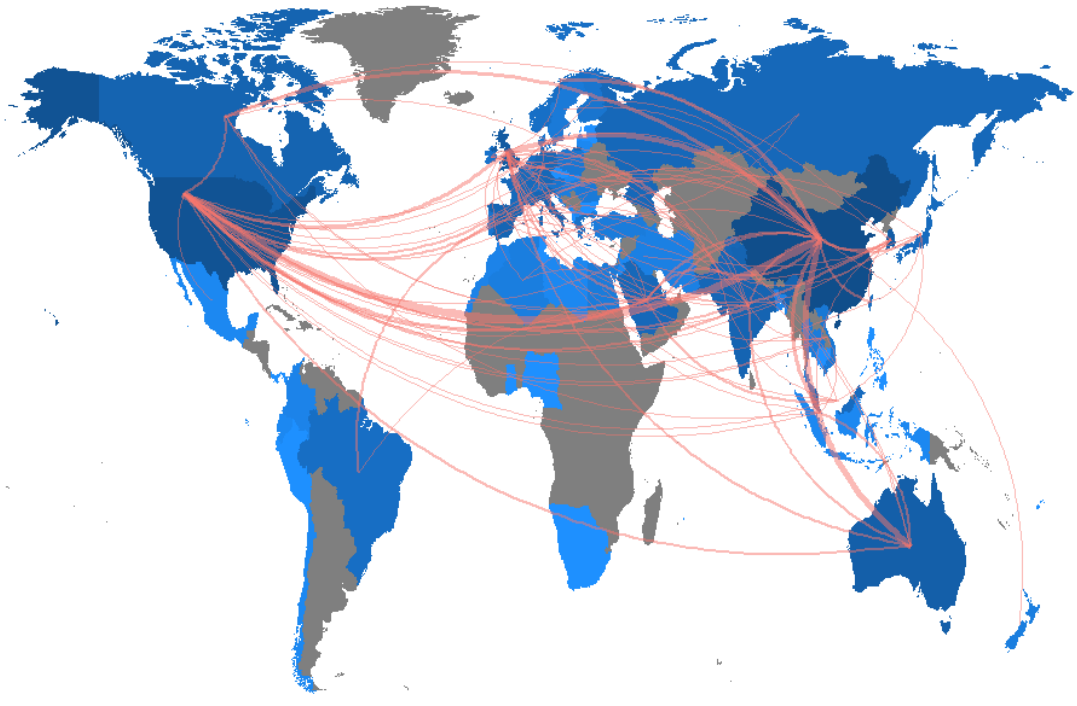
در شکل (۳) نمای دیگری از شبکه همکاری بین کشورهای مختلف قابل مشاهده است. همکاری یک کشور با سایر کشورها با رنگ آبی نشان داده شده است. همانطور که مشخص است پژوهشگران چین، آمریکا، انگلستان و استرالیا بیشترین همکاری با سایر کشورها در ارائه مقالات مربوط به این حوزه داشته‌اند.

۴،۳. شبکه همکاری دانشگاه‌های برتر

دانشگاه‌های چین نقش بسیار پررنگی در تولید مقالات و شبکه همکاری میان دانشگاه‌های مختلف را بازی می‌کنند و از گره-های تاثیرگذار شبکه به حساب می‌آیند. به عنوان مثال، دانشگاه Beijing University of Posts and Telecommunications از چین با مشارکت در تألیف ۴۹ مقاله، بیشترین نرخ تولید مقالات این حوزه را داشته است و دانشگاه‌های University of Electronic Science and Technology of China، Xidian University، Chinese Academy of Sciences از چین به ترتیب با ۴۶، ۴۱ و ۳۵ مقاله در رتبه‌های دوم تا چهارم قرار دارند و رتبه پنجم مربوط به دانشگاه University of Texas at San Antonio از آمریکا با ۳۲ مقاله می‌باشد.



شکل (۲): شبکه‌ی کامل همکاری بین کشورهای مختلف جهان در حوزهٔ امنیت و حریم خصوصی بلاک‌چین

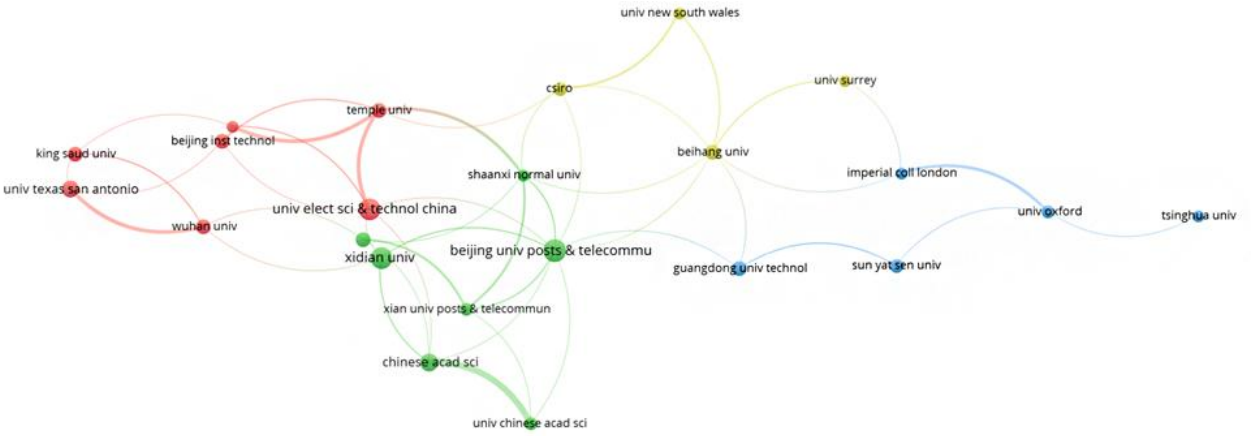


شکل (۳): نمای دیگر شبکه‌ی همکاری بین کشورهای مختلف جهان در حوزهٔ امنیت و حریم خصوصی بلاک‌چین

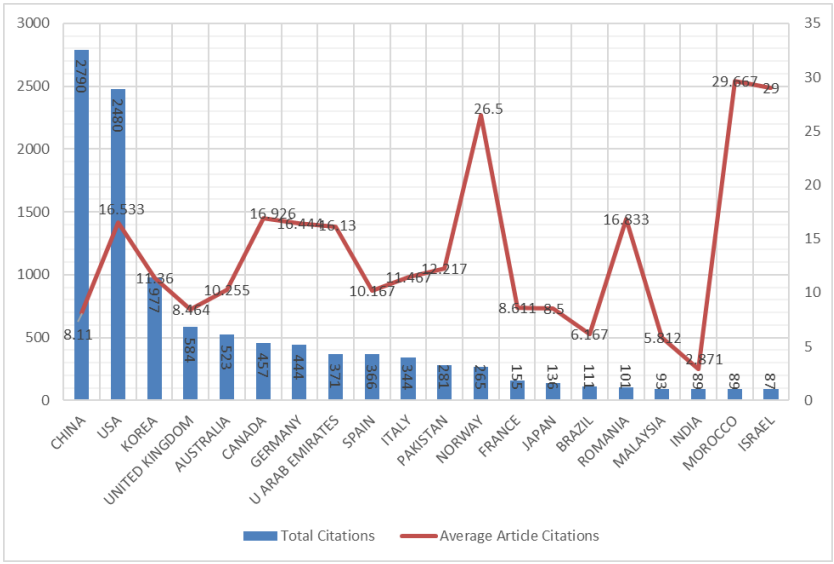
شکل (۴) شبکه همکاری میان دانشگاه‌های برتر این حوزه را مشخص می‌کند. گره‌ها نشان‌دهنده دانشگاه‌ها و اندازه گره‌ها میزان مقالات تولید شده توسط دانشگاه‌ها را نشان می‌دهد. یال‌ها، نشان‌دهنده همکاری با سایر دانشگاه‌هاست و تعداد بیشتر یال‌ها میزان همکاری بیشتر میان دانشگاه‌ها را نشان می‌دهد. همانطور که از شکل (۴) مشاهده می‌شود، دانشگاه‌های University of Electronic Science and Technology of China، Beijing University of Posts and Telecommunications، Xidian University، Shaanxi Normal University و Beihang University همگی از چین، از جمله دانشگاه‌های تاثیرگذار در شبکه همکاری میان دانشگاه‌های مختلف جهان در تحقیقات امنیت و حریم خصوصی حوزه بلاک‌چین به حساب می‌آیند.

۴،۴. بیشترین استناد

در شکل (۵) کشورهایی که بیشترین استناد را در پژوهش‌های حوزه امنیت و حریم خصوصی در بلاک‌چین دریافت کرده‌اند را نشان می‌دهد. مطابق شکل (۵)، اگرچه پژوهش‌های انجام شده توسط پژوهشگران کشورهای چین، ایالات متحده و کره جنوبی مجموعاً بیشترین استناد را در مقالات دریافت کرده‌اند، ولی این پژوهش‌ها بطور میانگین استناد زیادی دریافت نکرده‌اند. از نظر میانگین استناد به ازای هر مقاله، مقالات پژوهشگران مراکش بیش از سایر کشورها بوده است.



شکل (۴): شبکه همکاری دانشگاه‌های برتر حوزه امنیت و حریم خصوصی بلاک‌چین



شکل (۵): کشورهایی با بیشترین استناد در حوزه امنیت و حریم خصوصی بلاک‌چین

۴،۵. پژوهشگران برتر

در ارزیابی عملکرد پژوهشی پژوهشگران از شاخص‌های مختلف علم‌سنجی استفاده می‌شود که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به شاخص تعداد مقاله، تعداد استناد دریافتی و H-Index اشاره کرد. در بین این شاخص‌ها، تعداد مقاله از جمله شاخص‌های سنتی و قدیمی است که هم اکنون نیز در بسیاری از دانشگاه‌های ایران کاربرد دارد.

تجزیه و تحلیل اولیه داده‌ها حاکی از آن است که مجموعاً ۳۴۳۵ پژوهشگر در شکل‌گیری ۱۲۲۶ مقاله ایفای نقش کرده‌اند. جدول (۱) اسامی ۱۱ پژوهشگر پرتولید علوم این حوزه در آی.اس.آی را نشان می‌دهد. Park JH با تألیف و مشارکت در ۲۰ مقاله فعال‌ترین پژوهشگر حوزه امنیت و حریم خصوصی در آی.اس.آی به شمار می‌رود. Zhang Y با ۱۷ و Choo KKR و Du XJ هر کدام با ۱۵ مقاله در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند.

جدول (۱): پرتولیدترین پژوهشگران امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین

رتبه	نام پژوهشگر	تعداد مقاله
۱	Park JH	۲۰
۲	Zhang Y	۱۷
۳	Choo KKR	۱۵
۳	Du XJ	۱۵
۵	Guizani M	۱۴
۶	Salah K	۱۳
۷	Li H	۱۲
۸	Zhu LH	۹
۸	He DB	۹
۸	Li J	۹
۸	Yu Y	۹

داده‌های مربوط به پراستنادترین پژوهشگران این حوزه حاکی از آن است که Zhang Y با دریافت ۵۳۶ پراستنادترین پژوهشگر حوزه امنیت و حریم‌خصوصی بلاک‌چین در آی.اس.آی به شمار می‌رود. او استاد تمام دپارتمان انفورماتیک دانشگاه اسلو نروژ است. زمینه فعالیت ایشان در حوزه بلاک‌چین، نسل بعدی شبکه‌های وایرلس، سیستم‌های فیزیکی سایبری سبز و امن می‌باشد. همچنین Park JH و Kang JW هر یک به ترتیب با دریافت ۳۹۳ و ۳۷۸ استناد در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. یافته‌های مربوط به هفت پژوهشگر پراستناد این حوزه در جدول (۲) ارائه شده است.

از رایج‌ترین معیارهای شناسایی پژوهشگران تأثیرگذار در یک حوزه می‌باشد. این شاخص با هدف نشان دادن تأثیر تجمعی برونداد پژوهشی پژوهشگران طراحی شده است و در بسیاری از رتبه‌بندی‌ها کاربرد دارد. H-Index این قابلیت را دارد که دو شاخص مهم تعداد مقاله و تعداد استناد را به طور همزمان لحاظ کند و میزان تأثیرگذاری یک پژوهشگر را مورد ارزیابی قرار دهد. جدول (۳) با توجه به تعداد مقالات نویسندگان و همچنین میزان استناداتی که هر یک از مقالات آنها دریافت کرده‌اند H-Index و رتبه‌بندی مقاله محاسبه شده است.

جدول (۲): پراستنادترین پژوهشگران امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین

رتبه	نام پژوهشگر	تعداد استناد
۱	Zhang Y	۵۳۶
۲	Park JH	۳۹۳
۳	Kang JW	۳۷۸
۴	Salah K	۳۶۳
۵	Yu R	۳۵۸
۶	Sharma PK	۳۱۰
۷	Choo KKR	۲۸۵

همان طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، Zhang Y با برخورداری از H-Index ۹ بیشترین میزان H-Index را در بین کلیه‌ی پژوهشگران حوزه امنیت و حریم‌خصوصی بلاک‌چین را دارد. H-Index ۹ بدان معناست که ۹ مقاله از ۱۷ مقاله‌ی Zhang Y هر یک حداقل ۹ استناد، دریافت نموده‌اند. همچنین Choo KKR و Zhu LH با H-Index ۸ در رتبه‌ی دوم قرار دارند و Park JH و Salah K با H-Index ۷ رتبه سوم را به خود اختصاص داده‌اند.

یکی از نکات جالب جدول (۳) مربوط به رتبه ۴ می‌باشد؛ گرچه تعداد مقالات Park JH بیشتر از نفرات اول، دوم و سوم

است، ولی به واسطه‌ی اینکه این میزان مقاله به صورت توزیع شده، استنادات متناسبی دریافت نکرده‌اند، H-Index او کمتر از سایرین می‌باشد. همین طور Zhu LH با داشتن ۹ مقاله توانسته است از H-Index بهتری در مقایسه با بسیاری از پژوهشگران دیگر که مقالات بیشتری دارند برخوردار باشد. به عبارت دیگر پژوهش‌های Zhu LH علی‌رقم تعداد کم از تأثیرگذاری بیشتری برخوردار بوده است.

جدول (۳): برترین پژوهشگران امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین بر اساس شاخص اچ

رتبه	نام پژوهشگر	تعداد مقاله	تعداد استناد	H-Index
۱	Zhang Y	۱۷	۵۳۶	۹
۲	Choo KKR	۱۵	۲۸۵	۸
۲	Zhu LH	۹	۱۴۴	۸
۴	Park JH	۲۰	۳۹۳	۷
۴	Salah K	۱۳	۳۶۳	۷
۶	Du XJ	۱۵	۲۴۶	۶
۶	Li H	۱۲	۱۴۰	۶
۸	Sharma PK	۷	۳۱۰	۵
۸	Guizani M	۱۴	۱۸۷	۵
۸	Wang Y	۸	۱۳۲	۵
۸	Chen Y	۷	۱۰۹	۵
۸	He DB	۹	۱۰۸	۵
۸	Shen M	۶	۹۸	۵
۸	Wang J	۸	۴۵	۵

۴،۶. رتبه‌بندی کلیدواژه‌ها براساس فراوانی

تجزیه و تحلیل پژوهش‌های این حوزه براساس کلیدواژه‌های به کار رفته در مقالات نشان می‌دهد که چه مفاهیم و موضوعاتی در مقالات بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. بسامد وقوع واژه‌ها مقیاسی مهم در روش‌های تحلیل محتوا به شمار می‌رود. این سنجه برای تعیین مهم‌ترین موضوع‌های پژوهشی در یک حوزه با تمرکز بر روی واژه‌های پر بسامد مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ به عبارت دیگر فراوانی یک واژه به عنوان شاخصی از اهمیت، توجه یا تأکید بر آن واژه در نظر گرفته می‌شود. کلیدواژه‌ها این قابلیت را دارند که توصیف مناسبی از محتوای مقاله‌ها ارائه نمایند. کلیدواژه‌های مقاله‌ها می‌توانند بیانگر یک موضوع یا گرایش پژوهشی و یا مسیر پژوهشی مشخص باشند [۴۸].

با بررسی و تجزیه و تحلیل کلیدواژه‌ها در مقاله‌های یک حوزه‌ی پژوهشی می‌توان تصویری بدون واسطه از محتوای واقعی موضوعات مطرح در آن حوزه‌ی پژوهشی به دست آورد [۴۹]. به عبارت دیگر در هر حوزه‌ای از علم و فناوری، مجموعه‌ای از مفاهیم وجود دارد که ساختار دانش آن حوزه را می‌سازند. این مفاهیم با الفاظی که برای دلالت بر آنها وضع می‌شود نام‌گذاری می‌شوند.

در این قسمت از پژوهش، کلیدواژه‌های به کار رفته در پژوهش‌های امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین تجزیه و تحلیل شده است. با استخراج کلیه کلیدواژه های موجود در پژوهش‌های این حوزه و محاسبه‌ی فراوانی آنها مشخص گردید. در جدول (۴) نتایج مربوط به تحلیل کلیدواژه‌های پُر استفاده به ترتیب میزان فراوانی آنها آمده است. واژه «Blockchain» با فراوانی ۷۸۸، بیشترین تکرار را در پژوهش‌های مذکور داشته است. البته با توجه به اینکه تمامی مقالات در حوزه بلاک‌چین هستند این امر بدیهی به نظر می‌رسد. تعداد کلیدواژه‌های بدست آمده از مقالات، ۲۴۷۹ کلیدواژه بود که به طور منحصر به فرد استفاده شده‌اند. به طور متوسط هر مقاله دارای ۴/۸۴ کلیدواژه بود که با استفاده از ابزارهای علم‌سنجی این کلیدواژه‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

بعد از «Blockchain»، کلیدواژه «IoT» بیشترین تکرار را در بین کلیدواژه موجود با ۱۹۸ تکرار دارد. مفاهیم مرتبط به IoT مانند Edge Computing، Fog Computing و کاربردهای اینترنت اشیاء مانند Smart City در بین ۲۰ کلیدواژه را دارند. این مطلب، نشان‌دهنده اهمیت بلاک‌چین در مطالعات مربوط به حریم خصوصی و امنیت حوزه اینترنت اشیاء را دارد. پس از اینترنت اشیاء، کلیدواژه «Smart Contract» با فراوانی ۱۵۷ تکرار، بیشترین تکرار بین کلیدواژه‌ها را دارد. پس از ارائه

قراردادهای هوشمند در بلاک‌چین ۲,۰ [۷]، امنیت یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این قراردادها به حساب می‌آید.
ارزهای دیجیتال «Bitcoin» و «Ethereum» به ترتیب با فراوانی ۱۵۳ و ۵۲ با رتبه‌های چهارم و دهم در بین پژوهشگران حوزه امنیت و حریم‌خصوصی بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند.

جدول (۴): پرتکرارترین کلید واژه‌های مورد استفاده در حوزه امنیت و حریم‌خصوصی بلاک‌چین

رتبه	کلیدواژه	فراوانی
۱	Blockchain	۷۸۸
۲	IoT	۱۹۸
۳	Smart Contract	۱۵۷
۴	Bitcoin	۱۵۳
۵	Security	۱۰۹
۶	Cryptocurrency	۱۰۱
۷	Distributed Ledger Technology	۶۹
۸	Privacy	۶۸
۹	Consensus Protocol	۵۵
۱۰	Ethereum	۵۲
۱۱	Cloud Computing	۴۱
۱۲	Access Control	۳۳
۱۳	Decentralization	۳۰
۱۴	Edge Computing	۲۹
۱۵	Cryptography	۲۸
۱۶	Authentication	۲۸
۱۷	Fog Computing	۲۶
۱۸	Trust	۲۴
۱۹	Big Data	۲۲
۲۰	Smart City	۲۲

هم‌رخدادی یا هم‌آیندی یک زوج کلیدواژه از موارد مهمی است که در مطالعات علم‌سنجی بدان توجه خاصی می‌شود.
زیرا کلیدواژه‌های همزمان در کنار کلیدواژه‌های دیگر می‌توانند میزان توجه پژوهشگران یک حوزه به مباحث فرعی آن حوزه را مشخص نماید. در جدول (۵)، بیست زوج هم‌واژگانی با بیشترین تکرار در این حوزه نمایش داده شده است. همان طور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود دو کلیدواژه‌ی «Bockchain» و «IoT» با ۱۵۶ تکرار، بیشترین هم‌رخدادی را در پژوهش‌های این حوزه داشته‌اند. بنابراین موضوعات مربوط به امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین برای کاربردهای اینترنت اشیا [۵۱،۵۰] بیشتر مورد توجه قرار گرفته است.

جدول ۵. توزیع فراوانی زوج‌های هم واژگانی در امنیت و حریم خصوصی حوزه بلاک‌چین

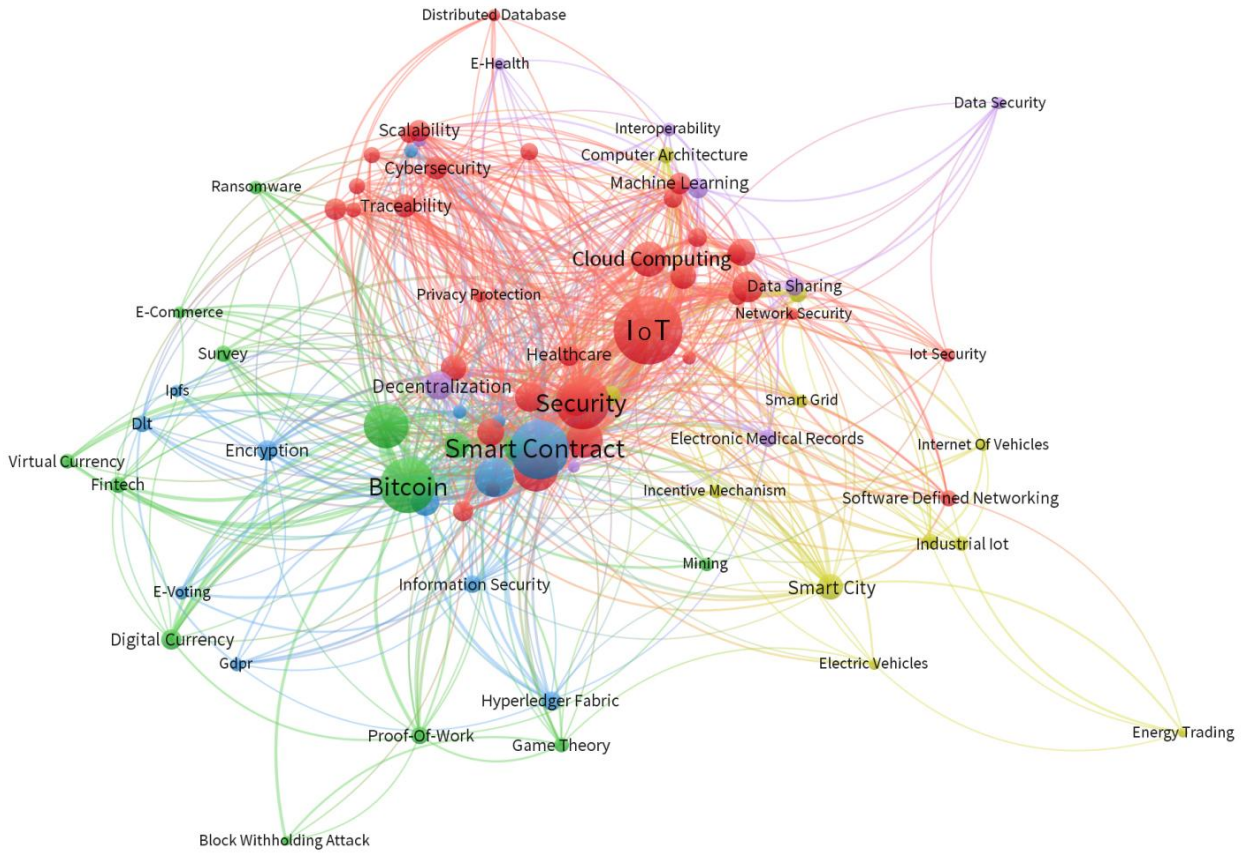
ردیف	زوج هم واژگانی	فراوانی
۱	IoT-Blockchain	۱۶۴
۲	Smart Contract-Blockchain	۱۴۱
۳	Security-Blockchain	۹۴
۴	Bitcoin-Blockchain	۷۸
۵	Bitcoin-Cryptocurrency	۵۹
۶	Blockchain-Distributed Ledger Technology	۵۶
۷	Blockchain-Privacy	۵۵
۸	Blockchain-Cryptocurrency	۵۳
۹	Blockchain-Ethereum	۴۹
۱۰	Blockchain-Consensus Protocol	۴۸
۱۱	Security-IoT	۳۷
۱۲	Cloud Computing-Blockchain	۳۳
۱۳	Smart Contract-IoT	۲۹
۱۴	Smart Contract-Ethereum	۲۹
۱۵	Blockchain-Access Control	۲۶
۱۶	Blockchain-Decentralization	۲۵
۱۷	Authentication-Blockchain	۲۳
۱۸	Blockchain-Edge Computing	۲۱
۱۹	Privacy-Security	۲۱
۲۰	Blockchain-Fog Computing	۲۱

۴,۷. پرتکرارترین زوج هم‌واژگانی

رتبه ۳ و ۷ به ترتیب مربوط به امنیت و حریم‌خصوصی می‌باشد که نشان‌دهنده این است که به موضوعات مربوط به امنیت بیشتر از حریم خصوصی توجه شده است. همچنین در بین موضوعات مربوط به امنیت و حریم خصوصی، « Access Control» و «Authentication» در بلاک‌چین بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند.

۴،۸. خوشه‌های موضوعی بر اساس تحلیل هم‌واژگانی

کشف مفاهیم و روابط میان آنها از طریق ارتباط واژگانی در اسناد و مدارک، زمینه ایجاد نقشه علمی را در حوزه‌های علمی فراهم می‌کند که نشان‌دهنده‌ی وضعیت خوشه‌ها یا تخصص‌های موضوعی موجود در آن حوزه است. جهت تحلیل هم‌واژگانیِ پژوهش‌های امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین، ابتدا کلیه کلیدواژه‌های مورد مطالعه یکدست‌سازی می‌شوند. به این صورت که کلیدواژه‌هایی که هم به صورت مفرد و هم جمع بودند و یا با همدیگر مترادف هستند، اصلاح شده و یک شکل واحد انتخاب می‌شوند. به عنوان مثال Proof Of Work و Proof-Of-Stake به شکل واحد Proof Of Work انتخاب شده است یا از بین Quality Of Service ، Qos و Quality Of Service (Qos) شکل یکسان Quality Of Service انتخاب شده است. لازم به ذکر است که کلیدواژه‌ی Blockchain به علت عام بودن آن از مجموعه خارج شد. در مرحله‌ی نهایی خوشه‌بندی، ۸۲ کلیدواژه که حداقل ۷ بار فراوانی دارند وارد شده است. در گام بعدی با استفاده از نرم افزار VOSviewer کار خوشه بندی انجام می‌شود. به طور کلی تعداد ۸۶ کلیدواژه برتر در حوزه‌ی بلاک‌چین که بیش از ۶ بار در مقاله‌های این حوزه تکرار شده‌اند، جهت تعیین خوشه‌بندی موضوعات این حوزه وارد شده‌اند. با استفاده از نرم افزار «BibExcel» فایل هم‌رخدادی این ۸۲ کلیدواژه تهیه و سپس خروجی آن در نرم‌افزار «VOSviewer» وارد شده است. نتایج خوشه‌بندی کلیدواژه‌های مقالات حوزه‌ی بلاک‌چین نشان از تشکیل پنج خوشه‌ی موضوعی با رنگ‌های متفاوت است که در ماتریس هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها در شکل (۶) آورده شده است.



شکل ۶. شبکه هم‌رخدادی کلیدواژه‌های حوزه امنیت و حریم‌خصوصی بلاک‌چین

خوشه اول شامل ۳۵ کلیدواژه، بزرگترین خوشه می‌باشد که در شکل (۶) با رنگ قرمز مشخص شده است. در این خوشه مسائل مربوط به امنیت و حریم‌خصوصی در کلیدواژه‌های IOT و Cloud Computing مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این راستا به مباحثی همچون معماری و کنترل دسترسی در محاسبات لبه و محاسبات مه توجه بیشتری شده است. خوشه دوم شامل ۱۴ کلیدواژه است که با رنگ سبز مشخص شده است. در این خوشه به مسائل مربوط به امنیت و حریم-خصوصی حوزه بلاک‌چین در بیت‌کوین پرداخته شده است و به حملاتی همچون BLOCK Withholding توجه شده و در مورد باج‌افزارها و تئوری بازی‌ها در این حیطه صحبت شده است. در خوشه سوم با ۱۳ کلیدواژه با رنگ سبز، تمرکز اصلی بر روی تکنولوژی دفترکل عمومی توزیع شده است و در این رابطه در مورد E-VOTING، قانون GDPR یا مقررات عمومی حفاظت از اطلاعات کاربران و در مورد سیستم فایل همتا به همتای IPFS صحبت شده است. خوشه چهارم شامل ۱۱ کلید واژه است که با رنگ زرد مشخص شده است و به زیرمجموعه‌ها و کاربردهای اینترنت اشیا همچون اینترنت اشیاء صنعتی، شهر هوشمند و بلاک‌چین کنسرسیوم پرداخته شده است. رنگ بنفش، خوشه پنجم را با ۹ کلید واژه نشان می‌دهد. در این خوشه به کاربرد بلاک‌چین در E-Health اشاره شده و موضوعاتی مانند امنیت داده‌ها و اشتراک داده‌ها در این محیط از لحاظ امنیت و حریم خصوصی مورد بررسی قرار گرفته است.

۵. نتیجه‌گیری و کارهای آتی

در سال‌های اخیر، علاقه زیادی به استفاده از اطلاعات علم‌سنجی برای ارزیابی فعالیت‌های پژوهشی به وجود آمده است. در این پژوهش سعی بر آن شد تا با به کارگیری ابزارهای تحلیل شبکه و نرم‌افزارهای بصری‌سازی علم، تصویر جامعی از پژوهش‌های امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین ارائه گردد. این پژوهش‌ها در یک بازه زمانی ۵ ساله (بین سال‌های ۲۰۱۵ تا پایان ۲۰۱۹) به زبان انگلیسی در نمایه‌نامه‌های Web of Science نمایه شده‌اند. بررسی‌ها نشان دادند که در بازهٔ پنج ساله، تعداد ۲۸۳۲ مقاله در زمینه بلاک‌چین در نمایه نامه‌های Web of Science نمایه شده‌اند که ۱۲۲۶ مقاله در ارتباط با امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین بوده است. به عبارت دیگر ۴۳/۲۹ درصد مقالات در این حوزه است که نشان‌دهنده اهمیت موضوع امنیت و حریم خصوصی در مطالعات مربوط به بلاک‌چین و کاربردهای آن می‌باشد.

یافته‌ها نشان داد که پژوهش‌های امنیت و حریم خصوصی حوزه بلاک‌چین در آی.اس.آی طی مدت این پنج سال رشد چشمگیری داشته است که از ۱۰ مورد در سال ۲۰۱۵ به ۷۸۹ مورد در سال ۲۰۱۹ رسیده است. محققان کشورهای چین، آمریکا، انگلیس و استرالیا بیشترین سهم در تولیدات و همکاری با محققان کشورهای مختلف برای تولید مقالات مربوط به امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین داشته‌اند. تاثیرگذارترین دانشگاه‌ها در شبکه همکاری میان دانشگاه‌های مختلف در تولید مقالات علمی، مربوط به دانشگاه‌های کشور چین می‌باشد. همچنین پژوهشگران چین و آمریکا به ترتیب با ۲۷۹۰ و ۲۴۸۰ استناد با اختلاف نسبت به سایر کشورها بیشترین میزان استناد را کسب کرده‌اند. اما پژوهشگران کشورهای مراکش و نروژ با توجه به تعداد استنادها و تعداد مقالات به طور میانگین بیشترین استناد را دریافت کرده‌اند. از بین پژوهشگران این حوزه، Park JH با مشارکت در ۲۰ مقاله و Zhang Y با مشارکت در ۱۷ مقاله فعال‌ترین پژوهشگران این حوزه به شمار می‌روند. اما Zhang Y نسبت به Park JH تعداد استناد بیشتری دریافت کرده و این دو محقق نسبت به سایر محققان، میزان استناد بیشتری نیز دریافت کرده‌اند. Zhang Y از نظر شاخص H با امتیاز ۹ بالاترین امتیاز را نسبت به سایر پژوهشگران کسب کرده و می‌توان او را تاثیرگذارترین پژوهشگر امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین معرفی کرد.

نمای تراکم خوشه‌ای بر اساس پربسامدترین اصطلاحات به کار رفته در کلیدواژه مقالات نشان داد که این پژوهش‌ها به

لحاظ تحلیل محتوای کلیدواژه در ۵ خوشهٔ مهم و متفاوت قرار می‌گیرند. نکته جالب در این خوشه‌ها این است که سه خوشه از ۵ خوشه در ارتباط با اینترنت اشیاء و کاربردهای آن می‌باشد که نشان از اهمیت استفاده بلاک‌چین در امنیت و حریم‌خصوصی اینترنت اشیاء و کاربردهای آن می‌باشد. کاربردهای مورد توجه در اینترنت اشیا شامل شهر هوشمند و سلامت الکترونیک می‌باشد. تحلیل کلیدواژه‌های به کار رفته در پژوهش‌های این حوزه مشخص کرد که کلیدواژه‌ی «Blockchain» با فراوانی ۷۸۸ و «IoT» با ۱۹۸ تکرار، بیشترین تکرار را در پژوهش‌های مذکور داشته است. از طرف دیگر بررسی توزیع فراوانی زوج‌های هم واژگانی در حوزه امنیت و حریم‌خصوصی حوزه بلاک‌چین نشان داد که رخداد همزمان دو کلیدواژه «Bockchain» و «IOT» با ۱۵۶ بار تکرار، کلید واژه پر تکرار در پژوهش‌های مذکور می‌باشد. بنابراین بررسی محتوایی کلیدواژه‌ها از جنبه‌های مختلف، نشان از کاربرد بسیار فناوری بلاک‌چین در مطالعات حریم خصوصی و امنیت اینترنت اشیا و کاربردهای آن را دارد.

این مقاله چندین مسیر تحقیقی را برای تحقیقات آینده نشان می‌دهد. امکان انجام تحقیقات دقیق‌تر بر روی موضوعات اصلی مربوط به خوشه‌های حریم خصوصی و امنیت بلاک‌چین که در این مقاله به آنها اشاره شده است، وجود دارد. علاوه بر این امکان انجام تحقیقی مشابه در بانک اطلاعاتی Scopus برای نمایش اینکه چقدر نتایج بدست آمده شبیه به نتایج این تحقیق خواهد بود، می‌تواند جالب توجه باشد.

تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تعارض منافعی ندارند.

مراجع

[1] Ismagilova E., Hughes L., Dwivedi Y.K., Raman K.R., “Smart cities: Advances in research—An information systems perspective”, International Journal of Information Management 47:88–100, 2019,https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.004.

[2] Nakamoto S., “Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system”, URL: http//:www.bitcoin.org, 2008.

[3] Rajnak V., Puschmann T., “The impact of blockchain on business models in banking.” Information Systems and e-Business Management, 19: 809-861, 2020, https://doi.org/10.1007/s10257-020-00468-2.

[4] Bosu A., Iqbal A., Shahriyar R., Chakraborty P., “Understanding the motivations, challenges and needs of Blockchain software developers: a survey”, Empir Software Eng, 24:2636–2673, 2019, https://doi.org/10.1007/s10664-019-09708-7.

[5] Makridakis S., Christodoulou K., “Blockchain: Current Challenges and Future Prospects/Applications”, Future Internet, 11: 258, 2019, https://doi.org/10.3390/fi11120258.

[6] Ma Y., Sun Y., Lei Y., Qin N., Lu J., “A survey of blockchain technology on security, privacy, and trust in crowdsourcing services”, World Wide Web, 23:393–419, 2019, https://doi.org/10.1007/s11280-019-00735-4.

[7] Wu M., Wang K., Cai X., Guo S., Guo M., Rong C., “A Comprehensive Survey of Blockchain: From Theory to IoT Applications and Beyond”. IEEE Internet Things J. 6:8114–8154, 2019, https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2922538.

[8] Jaoude J. A., Saade R. G., “Blockchain Applications – Usage in Different Domains”, IEEE Access, 7:45360–45381, 2019, https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2902501.

[9] 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, https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006.

[10] Ferrag M.A., Derdour M., Mukherjee M., Derhab A., Maglaras L., Janicke H., “Blockchain Technologies for the Internet of

https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2740569.

[18] Agbo C.C., Mahmoud Q.H., "Blockchain in Healthcare: Opportunities, Challenges, and Possible Solutions", International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics, pp. 82–97, 2020, https://doi.org/10.4018/IJHISI.2020070105.

[19] Tripathi G., Ahad M.A., Paiva S., "S2HS- A blockchain based approach for smart healthcare system", Healthcare, 8(1):100391, 2020, https://doi.org/10.1016/j.hjdsi.2019.100391.

[20] Li X., Jiang P., Chen T., Luo X., Wen Q., "A survey on the security of blockchain systems", Future Generation Computer Systems, 107:841–853, 2020, https://doi.org/10.1016/j.future.2017.08.020.

[21] Zhang Q., Han Y., Su Z., Fang J., Liu Z., Wang K., "A storage architecture for high-throughput crop breeding data based on improved blockchain technology", Computers and Electronics in Agriculture, 173:105395, 2020, https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105395.

[۲۲] فرهمندپور ز.، نیک مهر ه.، منصوری زاده م.، طیب زاده قمصری ا.، «یک سیستم نوین هوشمند تشخیص هویت نویسنده فارسی زبان بر اساس سبک نوشتاری»، مجله محاسبات نرم، جلد ۱، شماره ۲، ص ۳۵-۲۶، ۱۳۹۱.

[23] Rouhani S., Deters R., "Security, Performance, and Applications of Smart Contracts: A Systematic Survey", IEEE Access, 7:50759–50779, 2019, https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2911031.

[24] Munford M., How I lost £25,000 when my cryptocurrency was stolen, 2019, URL: https://www.bbc.com/news/business-49177705.

[25] Gogo J., Hackers Move Another $800K in BTC Stolen From the 2016 Bitfinex Breach, 2020, URL: https://news.bitcoin.com/hackers-move-another-800k-in-btc-stolen-from-the-2016-bitfinex-breach/.

[26] Feng Q., He D., Zeadally S., Khan M.K., Kumar N., "A survey on privacy protection in blockchain system", Journal of Network and Computer Applications, 126:45–58, 2019, https://doi.org/10.1016/j.jnca.2018.10.020.

Things: Research Issues and Challenges", IEEE Internet of Things Journal, 6(2): 2188–2204, 2019,https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2882794.

[11] Lin W., Yin X., Wang S., Khosravi M. R., "A Blockchain-enabled decentralized settlement model for IoT data exchange services", Wireless Networks, 2020, https://doi.org/10.1007/s11276-020-02345-9.

[12] Yohan A., Lo N.-W., "FOTB: a secure blockchain-based firmware update framework for IoT environment", International Journal of Information Security, 19(3):257–278, 2019, https://doi.org/10.1007/s10207-019-00467-6.

[13] Cocco L., Pinna A., Marchesi M., "Banking on Blockchain: Costs Savings Thanks to the Blockchain Technology", Future Internet, 9(3):25, 2017,https://doi.org/10.3390/fi9030025.

[14] Mendling J., Weber I., Aalst W.V.D., Brocke J.V., Cabanillas C., Daniel F., Debois S., Ciccio C.D., Dumas M., Dustdar S., Gal A., García-Bañuelos L., Governatori G., Hull R., Rosa M.L., Leopold H., Leymann F., Recker J., Reichert M., Reijers H.A., Rinderle-Ma S., Solti A., Rosemann M., Schulte S., Singh M.P., Slaats T., Staples M., Weber B., Weidlich M., Weske M., Xu X., Zhu L., "Blockchains for Business Process Management - Challenges and Opportunities", ACM Transactions on Management Information Systems, 9(1):1–16, 2018, https://doi.org/10.1145/3183367.

[15] Rajnak V., Puschmann T., "The impact of blockchain on business models in banking", Information Systems and e-Business Management, 2021, https://doi.org/10.1007/s10257-020-00468-2.

[16] Moniruzzaman M., Khezr S., Yassine A., Benlamri R., "Blockchain for smart homes: Review of current trends and research challenges", Computers & Electrical Engineering 83:106585, 2020, https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2020.106585.

[17] Lei A., Cruickshank H., Cao Y., Asuquo P., Ogah C.P.A., Sun Z., "Blockchain-Based Dynamic Key Management for Heterogeneous Intelligent Transportation Systems", IEEE Internet of Things Journal, 4(6):1832–1843, 2017,

[27] Joshi A. P., Han M., Wang Y., "A survey on security and privacy issues of blockchain technology", Mathematical Foundations of Computing, 1(2):121–147, 2018, https://doi.org/10.3934/mfc.2018007.

[28] Çınar, İ. O., "Bibliometric analysis of breast cancer research in the period 2009–2018", International Journal of Nursing Practice, 26(3), 2020, https://doi.org/10.1111/ijn.12845.

[29] Modak N.M., Merigó J.M., Weber R., Manzor F., Ortúzar J. de D., "Fifty years of Transportation Research journals: A bibliometric overview", Transportation Research Part A: Policy and Practice, 120:188–223, 2019, https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.11.015.

[30] Gil M., Wróbel K., Montewka J., Goerlandt F.,"A bibliometric analysis and systematic review of shipboard Decision Support Systems for accident prevention", Safety Science, 128:104717, 2020, https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104717.

[31] Kataria A., Kumar S., Sureka R., Gupta B., Forty years of Employee Relations – The International Journal: a bibliometric overview. ER 42:1205–1230, 2020.

[32] Firdaus A., Razak M. F. A., Feizollah A., Hashem I.A.T., Hazim M., Anuar N.B., "The rise of 'blockchain': bibliometric analysis of blockchain study", Scientometrics, 120(3): 1289–1331, 2019, https://doi.org/10.1007/s11192-019-03170-4.

[33] Rouzbahani H. M., Karimipour H., Dehghantanha A., Parizi R. M., "Blockchain Applications in Power Systems: A Bibliometric Analysis, in: Advances in Information Security", Springer International Publishing, pp. 129–145, 2020, https://doi.org/10.1007/978-3-030-38181-3_7.

[34] Merediz-Solà I., Bariviera A.F., "A bibliometric analysis of bitcoin scientific production", Research in International Business and Finance, 50:294–305, 2019, https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.06.008.

[35] Ramona O., Cristina M. S., Raluca S., "Bitcoin in the Scientific Literature – A Bibliometric Study", Studies in Business and Economics, 14:160–174, 2019.

[36] Issac A. C., Baral R., "A trustworthy network or a technologically disguised scam", Global Knowledge, Memory and Communication, 69(6/7):443-460, 2020.

[37] Zeng S., Ni X., Yuan Y., Wang F.-Y., "A Bibliometric Analysis of Blockchain Research", IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), 2018,https://doi.org/10.1109/IVS.2018.8500606.

[38] Kamran M., Khan H. U., Nisar W., Farooq M., Rehman S.-U., "Blockchain and Internet of Things: A bibliometric study", Computers & Electrical Engineering, 81:106525, 2020, https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2019.106525.

[39] Dabbagh M., Sookhak M., Safa N. S., "The Evolution of Blockchain: A Bibliometric Study", IEEE Access, 7:19212–19221, 2019, https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2895646.

[40] Zhou L., Zhang L., Zhao Y., Zheng R., Song K., "A scientometric review of blockchain research", Information Systems and e-Business Management, 19:757-787, 2020, https://doi.org/10.1007/s10257-020-00461-9.

[41] Sakhnini J., Karimipour H., Dehghantanha A., Parizi R. M., Srivastava G., "Security aspects of Internet of Things aided smart grids: A bibliometric survey", Internet of Things, 14, 2021, https://doi.org/10.1016/j.iot.2019.100111.

[42] Nakhodchi S., Dehghantanha A., Karimipour H., "Privacy and Security in Smart and Precision Farming: A Bibliometric Analysis", in: Handbook of Big Data Privacy. Springer International Publishing, pp. 305–318, 2020.

[43] Olle P., Rickard D., Wiborg S. J. "How to use Bibexcel for various types of bibliometric analysis", In Celebrating scholarly communication studies: A Festschrift for Olle Persson at his 60th Birthday, ed. F. Åström, R. Danell, B. Larsen, J. Schneider, Leuven, Belgium: International Society for Scientometrics and Informetrics, pp. 9–24, 2009.

[44] Eck N. J. V., Waltman L., "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping", Scientometrics, 84: 523–538, 2010, https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3.

[45] Wagner C. S., Whetsell T. A., Leydesdorff L., "Growth of international collaboration in science: revisiting six specialties",

Scientometrics, 110:1633–1652, 2017, https://doi.org/10.1007/s11192-016-2230-9.

[46] Adams J. D., Black G. C., Clemmons J. R., Stephan P. E., "Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from U.S. universities, 1981–1999", Research Policy, 34:259–285, 2005,https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.01.014.

[47] Wagner C. S., Park H. W., Leydesdorff L., "The Continuing Growth of Global Cooperation Networks in Research: A Conundrum for National Governments", PLoS ONE, 10, e0131816, 2015, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131816.

[48] Bornmann L., Wagner C., Leydesdorff L., "BRICS countries and scientific excellence: A bibliometric analysis of most frequently cited papers", Journal of the Association for Information Science and Technology, 66(7):1507–1513, 2015, https://doi.org/10.1002/asi.23333.

[49] Cambrosio A., Limoges C., Courtial J. P., Laville F., "Historical scientometrics? Mapping over 70 years of biological safety research with coword analysis", Scientometrics, 27:119–143, 1993, https://doi.org/10.1007/BF02016546.

[۵۰] سیدی م.، شمسی م.، رسولی کناری ع.، «روشی جهت افزایش کیفیت سرویس در شبکه‌های درمانی حسگر بی‌سیم بدنی با ارایه پروتکلی در لایه پیوند مبتنی بر اینترنت اشیا»، مجله محاسبات نرم، جلد ۷، شماره ۱،ص ۹۵-۸۰، ۱۳۹۷.

[۵۱] خراسانی‌فردوانی م.، رمضان‌پور م.، خورسند ر.، «ارائه یک الگوریتم مسیریابی چند مسیره انرژی کارا در سیستم‌های اینترنت اشیا»، مجله محاسبات نرم، جلد ۷، شماره ۱، ص ۴۹-۳۴، ۱۳۹۷.