

تحلیل روند موضوعی مطالعات شهر هوشمند در یک دهه اخیر (از ظهور انقلاب صنعتی چهارم تا ۲۰۲۱)

محمد رضا وصفی

دانشگاه تهران، تهران، ایران
mvasfi@ut.ac.ir

شیمای مرادی

کتابدار مرجع کالج ال کامینو، تهران، ایران
smoradisomehsaraei@elcamino.edu

علیرضا نوروزی

دانشگاه تهران، تهران، ایران
noruzi@ut.ac.ir

سمیه جعفری باقی آبادی*

دانشگاه تهران، تهران، ایران
jafari.somayyeh@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۳۰

تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۱/۰۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۱

چکیده

انقلاب صنعتی چهارم با همگرایی فناوری‌های جدید، موجب ظهور شهرهای هوشمند شده است. اگرچه هوشمندسازی شهرها از سوی دولت‌ها با سرعت زیادی در حال وقوع است؛ اما مفهوم شهر هوشمند و پیاده‌سازی آن همچنان در حال به‌روزرسانی و تغییر و تحول است. پژوهش حاضر درصدد است با آشکارسازی مفاهیم اصلی مطالعات شهر هوشمند در پایگاه وب‌آوساینس از ظهور انقلاب صنعتی چهارم تا ۲۰۲۱، روند موضوعی این مطالعات را رهگیری کند. پژوهش علم‌سنجی حاضر از نوع توصیفی با روش تحلیل محتوا و بهره‌مندی از فنون تحلیل هم‌رخدادی و تحلیل شبکه اجتماعی انجام شد. روند انتشار و تأثیرگذاری مطالعات حوزه شهر هوشمند در دهه اخیر، به ترتیب دارای رشد صعودی ۴۳/۷۷٪ و ۷۳/۳۹٪ بوده است. در سه بازه زمانی، «اینترنت‌اشیاء، شهر، اینترنت و شبکه حسگر بی‌سیم» دارای بیشترین فراوانی، «اینترنت‌اشیاء، شهر، اینترنت و شبکه حسگر بی‌سیم» دارای بیشترین ارتباطات و «پروتکل اینترنت نسخه شش، شهر پایدار و توسعه شهری» در ۲۰۱۲-۲۰۱۵، «تاکسونومی، ابر اشیاء و رایانش توزیع‌شده» در ۲۰۱۶-۲۰۱۸ و «مرور ادبیات، انفورماتیک شهری و توسعه شهری پایدار» در ۲۰۱۹-۲۰۲۱ دارای بیشترین استنادات بودند. در ۲۰۱۲-۲۰۱۵، خوشه‌های شبکه حسگر، تلفن‌های هوشمند، الگوریتم‌های ژنتیک، حسگر پیشرفته، شهر فراگیر و ماشین‌به‌ماشین، در ۲۰۱۶-۲۰۱۸ خوشه‌های یادگیری عمیق، مشارکت، الگوریتم‌های تکاملی، رایانش فراگیر و شهرهای هوشمند و در ۲۰۱۹-۲۰۲۱ خوشه‌های بلاک‌چین، مشارکت شهروندی، اینترنت‌اشیاء، سیستم‌های چندعاملی و برزیل شناسایی شد. توسعه دولت هوشمند و نوآور، نیاز به آماده‌سازی زیرساخت‌ها و تدوین الگوهای پژوهش محور در عرصه سیاست‌گذاری شهری دارد. در این راستا، توجه به مطالعات جهانی به منظور شناسایی رویکردها و موضوعات، فناوری‌ها و ابزارهای مؤثر ضروری است.

واژگان کلیدی

شهر هوشمند؛ انقلاب صنعتی چهارم؛ هم‌رخدادی واژگان؛ تحلیل شبکه اجتماعی.

۱- مقدمه

سامانه‌ها با پیشرفت در ارتباطات و اتصال بهبود می‌یابند. پیشرفت‌هایی در زمینه روندهای عظیم (مگاترند^۱) مانند رباتیک، هوش مصنوعی، محاسبات کوانتومی، زیست‌فناوری، فناوری نانو، فناوری عصبی، اینترنت‌اشیاء، بلاک‌چین^۲، اینترنت نسل پنجم و سایر پروتکل‌های ارتباطی، چاپ سه‌بعدی و خودروهای خودران ایجاد شده است [۱]. از سوی دیگر، شهرها همزمان با عصر انقلاب صنعتی چهارم با مشکلات و چالش‌هایی مواجه

انقلاب صنعتی چهارم برای نخستین بار در سال ۲۰۱۵ توسط کلاوس شواب^۱، به‌عنوان دوره‌ی نو ظهور نوآوری سریع فناوری و تغییرات اجتماعی تعریف شد. در عصر پیش‌رو، فناوری‌های جدید در حال پیشبرد تقاطع و قابلیت‌های سخت‌افزار، نرم‌افزار و زیست‌شناسی بوده و در مجموع سامانه‌های سایبر - فیزیکی نامیده می‌شوند. علاوه بر این، بسیاری از این

2. Megatrends
3. Blockchain

1. Klaus Schwab

* نویسنده مسئول

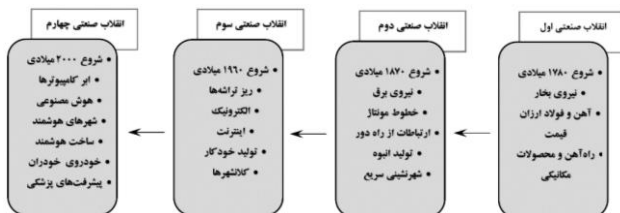
قسمت‌های مختلف مطالعات است. تحلیل هم‌رخدادی واژگان، به‌عنوان یکی از فنون رایج در مطالعات علم‌سنجی، خوشه‌های موضوعی یک حوزه پژوهشی را آشکار ساخته، روابط معنایی و مفهومی آن را در نظر گرفته و ساختار دانش در حوزه مورد بررسی را ترسیم می‌نماید [۸].

در عصر انقلاب صنعتی چهارم و فناوری‌های نوظهور امروزی با توجه به اهمیت ساخت و توسعه شهرهای هوشمند و انتشار مطالعات مرتبط فراوان از یک سو، و رویکردهای متفاوت دولت‌های شهری و پژوهشگران در یک دهه اخیر نسبت به موضوع شهر هوشمند از سوی دیگر، مسأله پژوهش حاضر تحلیل روند موضوعات و مفاهیم قابل توجه در مطالعات مرتبط با شهرهای هوشمند در پایگاه استنادی وب آو ساینس^۱ در یک دهه اخیر است. در این راستا، این پژوهش براساس مسأله فوق درصدد است به پرسش‌های زیر پاسخ دهد:

۱. روند انتشار و تأثیرگذاری مطالعات حوزه شهر هوشمند در یک دهه اخیر چگونه است؟
۲. رویکرد موضوعی مطالعات حوزه شهر هوشمند و نقشه هم‌رخدادی موضوعات براساس هم‌پوشانی زمانی در سه بازه زمانی مربوط به یک دهه اخیر چگونه است؟
۳. مهم‌ترین موضوعات از نظر هم‌رخدادی، تأثیرگذاری (دریافت استناد) و ارتباطات در مطالعات حوزه شهر هوشمند در سه بازه زمانی مربوط به یک دهه اخیر کدام است؟ مهم‌ترین زوج‌های هم‌واژگانی در سه بازه زمانی مورد نظر کدام است؟
۴. نقشه هم‌پیوندی کشورها و خوشه‌های موضوعی در مطالعات حوزه شهرهای هوشمند براساس روند زمانی در هر یک از سه بازه مورد نظر چگونه است؟

۲- پارچوب نظری

اکنون، در سده بیست‌ویکم، جهان در حال ورود به انقلاب صنعتی چهارم و کار دوباره در حال تکامل است. در شکل ۱، جدول زمانی و برخی از پیشرفت‌های عمده در هر چهار انقلاب صنعتی خلاصه شده است.



شکل ۱- مشخصه‌های اصلی چهار انقلاب صنعتی [۱]

همان‌گونه که شکل ۱ نشان می‌دهد، شهرهای هوشمند یکی از مشخصه‌های عصر انقلاب صنعتی چهارم است. در این عصر، به‌منظور بهبود کیفیت زندگی برای میلیاردها نفر، شهرها به ایده‌های جدید،

شده‌اند که دیگر با راهکار سنتی برنامه‌ریزی یعنی نگاه پاتریک گدسی (شناسایی، تحلیل و طرح) حل و جمع‌شدنی نیست [۲]. به واقع، رشد سریع جمعیت شهرنشین طی دهه‌ها و سال‌های اخیر مسائل پیچیده‌ای را در برنامه‌ریزی، توسعه و بهره‌برداری از شهرها در تمام زمینه‌های اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، فرهنگی و ... ایجاد نموده است [۳ و ۴]. در این میان، انقلاب صنعتی چهارم بستری را فراهم نموده که در آن جوامع شهری تکامل می‌یابند و راهبردهای شهرهای هوشمند اجرا می‌شوند [۵]. در حقیقت، فناوری‌ها و تغییرات اجتماعی انقلاب چهارم صنعتی، از نظر عملکرد به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر شهرها تأثیر گذاشته است؛ آنها جعبه ابزار موجود در اختیار برنامه‌ریزان و فناوران شهر را گسترش می‌دهند و مزایای جدید بسیار زیادی را ایجاد می‌کنند و در عین حال خطرهای زیادی را نیز می‌آفرینند. به بیان دیگر، ترکیب هوش مصنوعی با سایر فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم مانند اینترنت‌اشیاء، کلان‌داده‌ها، رایانش ابری، دیجیتالی‌شدن، رباتیک و محاسبات کوانتومی، نسل جدیدی از قابلیت‌های نوآوری شهری را معرفی کرده است. به‌علاوه، شکل‌گیری شهرها توسط نیروهای اجتماعی ادامه خواهد یافت. برای مثال آینده کار، یا تغییر شکل جمعیت و با سرعت بیشتر و عواقب بزرگ‌تر در سال‌های آینده قابل پیش‌بینی است. در واقع، انقلاب صنعتی چهارم با همگرایی فناوری‌های جدید، پیشرفت‌های جدید علمی، رفتارهای نوظهور، تغییر جمعیت و اقتصاد جهانی را ایجاد خواهد کرد [۱]. بنابراین می‌توان ادعا کرد، این انقلاب زمانی است که اکثریت قریب به اتفاق شهرهای هوشمند ظهور کنند. اینترنت‌اشیاء و اینترنت‌اشیاء صنعتی که فناوری‌های اصلی انقلاب صنعتی چهارم هستند، به‌سرعت در حال تبدیل شدن به مجموعه‌ای مفید از ابزارها در بافت شهری است [۶]. به‌طور کلی، انقلاب صنعتی چهارم، نشان‌دهنده محیطی از تغییر و تحولات برخلاف هر زمان دیگری در تاریخ بشریت است.

همان‌طور که در بالا نیز گفته شد، یکی از ایده‌های مؤثر در مقابله با چالش‌های زندگی شهری در راستای توسعه پایدار شهری در عصر حاضر، راهبرد رشد هوشمند شهری است که سبب ذخیره انرژی و هزینه، تحویل خدمات بهتر، کیفیت زندگی بهتر و کاهش تغییرات زیست‌محیطی می‌شود [۷]. به بیان دیگر فناوری‌ها، زیرساخت‌ها، خدمات و نظام‌های مدیریتی فراگیر، مسیر هوشمندتر شدن و پایدارتر شدن شهرها را سهولت بخشیده‌اند. این در حالی است که هرچند، هوشمندسازی شهرها از سوی دولت‌ها با سرعت زیاد و با اولویت‌های متفاوت در دستور کار قرار گرفته است، اما مفهوم و پیاده‌سازی شهر هوشمند طی سال‌های مختلف در دولت‌های گوناگون و همچنین در فازهای مطالعاتی و پژوهشی همچنان در حال به‌روزرسانی و تغییر و تحول بوده است [۱]. جستجو در متون از طریق پایگاه‌های اطلاعاتی داخلی و خارجی معتبر نیز نشان می‌دهد، در ارتباط با شهرهای هوشمند، مطالعات بسیار زیادی با رویکردهای گوناگون با مشارکت حوزه‌های علمی مختلف منتشر شده است. از سوی دیگر، یکی از پرکاربردترین فنون برای ترسیم و تحلیل ساختار دانش در مطالعات، فن هم‌رخدادی واژگان یا به عبارتی ارتباط میان واژه‌های به‌کار رفته در

1. Web of Science (WoS)

- زیرساخت شبکه^۴: تجهیزات برای انتقال کارآمد داده‌ها از طریق شبکه‌های مختلف، از جمله اینترنت بی‌سیم، و اتصال مردم و اشیاء؛
- مراکز داده^۵: امکاناتی که شبکه‌ها، ذخیره‌سازی و محاسبات را مدیریت می‌کند، شاید از طریق یک مرکز داده فیزیکی یا از طریق رایانش ابری به صورت برخط ارائه شود؛
- پلتفرم‌ها^۶: سامانه‌ها و نرم‌افزارهایی برای توسعه، استقرار و پشتیبانی پشتیبانی راه‌حل‌های ارائه خدمات شهری هستند؛
- اینترنت اشیاء^۷: از انواع مختلفی از حسگرها گرفته تا دستگاه‌های هوشمند و از ربات‌ها گرفته تا وسایل نقلیه که همه به اینترنت متصل هستند و داده‌ها و دستورالعمل‌ها را بین سامانه‌ها ردوبدل می‌کنند [۱۳].

۳- پیشینه پژوهش

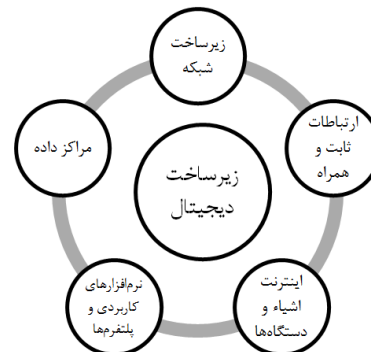
این بخش به مرور پژوهش‌های داخلی و خارجی مرتبط با شهر هوشمند و برخی موضوعات مرتبط با پژوهش حاضر نظیر اینترنت اشیاء و بلاک‌چین که با رویکرد علم‌سنجی انجام شده‌اند، می‌پردازد.

۳-۱- پیشینه در داخل

مرادی [۱۴] در تحلیل روند فعالیت‌های پژوهشی در حوزه شهرهای هوشمند جهان با هدف شناسایی حوزه‌های پرکار و کم‌کار این حوزه نشان داد، بیش از نیمی از مقالات در موضوع «زیرساخت فناوری اطلاعات» قرار گرفتند. همچنین موضوعات پراستند حوزه شهر هوشمند به ترتیب شامل فناوری اطلاعات، حکمرانی، محیط و شهرسازی، حمل‌ونقل، انرژی، اقتصاد و شهروند هوشمند بودند. اطلس جغرافیایی نشان داد، سه کشور فعال در حوزه شهر هوشمند، چین با تمرکز بر زیرساخت فناوری اطلاعات هوشمند، اسپانیا در شهروند هوشمند و انرژی هوشمند؛ ایتالیا در حکمرانی هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند و محیط هوشمند بودند. در حوزه امنیت و حریم خصوصی حوزه بلاک‌چین، برنگی، راجی و خاصه [۱۵] دریافتند مطالعات رشد چشمگیری داشته است و از بلاک‌چین بیشتر برای حل مشکلات مربوط به امنیت و حریم خصوصی حوزه اینترنت اشیاء کاربردهای آن استفاده شده است. پس از بلاک‌چین کلیدواژه اینترنت اشیاء بیشترین تکرار را در میان کلیدواژه‌های موجود با ۱۹۸ تکرار و زوج‌های هم‌واژگانی بلاک‌چین - اینترنت اشیاء با فراوانی ۱۶۴ و بلاک‌چین - قرارداد هوشمند با فراوانی ۱۴۱، مهم‌ترین هم‌رخدادی را داشتند. یافته‌های موسوی، صالحان، و یوسفی زنوز [۱۶] حاکی از آن بود که مطالعات حوزه

رویکردهای جدید و فناوری‌های جدید برای نحوه عملکرد خود نیاز دارند [۵]. براساس ادبیات، پایه‌ای‌ترین تعریف از شهر هوشمند، تعریفی است که به شیوه‌های جدید و بهبودیافته، به نیازهای شهروندان پاسخ می‌دهد. بر این اساس، یک شهر هوشمند رویکردی برای شهرنشینی است که با استفاده از فناوری‌های نوآورانه، خدمات اجتماعی و فرصت‌های اقتصادی را افزایش می‌دهد، زیرساخت‌های شهر را بهبود می‌بخشد، هزینه‌ها و مصرف منابع را کاهش می‌دهد و مشارکت شهروندی را افزایش می‌دهد [۹].

زیرساخت دیجیتال^۱ پیش شرط یک شهر هوشمند محسوب می‌شود. زیرساخت دیجیتال، یک قابلیت بنیادی (مانند شبکه‌های ارتباطی، پردازش رایانه‌ای یا ذخیره‌سازی رایانه) برای فعال کردن عملکردهای فناوری اطلاعات در یک شهر (و همچنین بیشتر سازمان‌های دیگر) است. این به طور معمول به دارایی‌های فیزیکی و نرم‌افزارها اشاره دارد. یک زیرساخت دیجیتالی، سامانه‌های موردنیاز پشتیبانی، خودکارسازی، اتوماسیون و کنترل در دسترس بودن و گردش داده‌ها، اطلاعات و خدمات بین مردم، بین مردم و دستگاه‌ها و بین دستگاه‌ها را فراهم می‌کند [۱۰]. شکل ۲ مؤلفه‌های اساسی زیرساخت دیجیتال را نشان می‌دهد.



شکل ۲- مؤلفه‌های اساسی زیرساخت دیجیتال [۱]

شهرهای هوشمند از زیرساخت‌های دیجیتال برای افزودن هوش دیجیتالی به جوامع استفاده می‌کنند. درحالی‌که هوش هیجانی به روابط بین انسان‌ها مربوط می‌شود، هوش دیجیتالی رابطه میان انسان و فناوری است [۱۱ و ۱۲]. در یک شهر، زیرساخت‌های اساسی دیجیتالی از مؤلفه‌های زیر تشکیل شده است:

- پهنای باند ثابت^۲: شبکه سیمی در سطح شهر است که امکان اتصال و دسترسی به اینترنت را برای خانه‌ها و کسب‌وکارها فراهم می‌کند؛
- اتصال تلفن همراه^۳: انواع فناوری‌های شبکه بی‌سیم در سطح شهر که دسترسی به اینترنت و ارتباطات را به دستگاه‌هایی مانند تلفن‌های همراه فراهم می‌کند؛

4. Network Infrastructure
5. Data Centers
6. Platforms
7. Internet of Things (IoT)

1. Digital Infrastructure (DI)
2. Fixed Broadband
3. Mobile Connectivity

حاریم خصوصی و شهر هوشمند قرار دارد. نتایج ژو و همکاران [۲۲] در بررسی ادبیات بلاک‌چین بین سال‌های ۲۰۱۳ - ۲۰۱۸ گویای آن بود که تکامل تحقیقات بلاک‌چین شامل رشته‌های بسیاری است، هرچند دو رشته اصلی علوم کامپیوتر و کسب و کار پیشرو بودند. همچنین می‌توان مطالعات منتشر شده را به چهار حوزه تحقیقاتی معماری اساسی فناوری، حریم خصوصی و امنیت، برنامه‌های مالی و برنامه‌های کاربردی صحنه هوشمند تقسیم کرد. مراحل تحقیقات بلاک‌چین نیز در سه مرحله فناوری پایه بلاک‌چین، برنامه‌های کاربردی مختلف تجاری و ادغام با فناوری‌های پیشرفته مانند رایانش مه، اینترنت‌اشیاء و هوش مصنوعی طی شده است. نتایج پژوهش کبیر و همکاران [۲۳] در حوزه تولیدات علمی صنعت ۴/۰ تعداد ۳۱ خوشه را ارائه کرد که در آنها نماینده‌ترین مقولات، سیستم فیزیکی- سایبری^۲، اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده‌ها بودند. علاوه بر این، امکان شناسایی زمینه‌هایی با سرمایه‌گذاری بالای تلاش‌های جامعه علمی مانند اتحاد بین تولید ناب و صنعت ۴/۰، سیستم فیزیکی- سایبری تولید محور^۳، اینترنت‌اشیاء (اینترنت صنعتی اشیا) وجود داشت.

مرور پیشینه‌ها نشان داد، مطالعات زیادی با رویکرد علم‌سنجی در ارتباط با شهر هوشمند و دیگر موضوعات مرتبط با آن انجام شده است؛ در این راستا، هر یک از پژوهش‌های مورد بررسی که از جنبه روش‌شناسی و یا از نظر هدف و جامعه مورد پژوهش با پژوهش حاضر متفاوت بوده‌اند، به برخی موضوعات مرتبط نظیر اینترنت‌اشیاء، بلاک‌چین، صنعت ۴/۰، کلان‌داده، حریم خصوصی، پایداری شهری و ... پرداخته‌اند؛ از آنجا که پژوهشی علم‌سنجی با رویکرد تحلیل روند موضوعی انجام نشده است، پژوهش حاضر به آشکارسازی موضوعات و مفاهیم اصلی مطالعات شهر هوشمند در پایگاه وب‌آوساینس در سه بازه زمانی مربوط به یک دهه اخیر (از ظهور انقلاب صنعتی چهارم تا ۲۰۲۱) پرداخته است.

۴- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع توصیفی است که با رویکرد علم‌سنجی با استفاده از روش تحلیل محتوا و بهره‌مندی از فنون تحلیل هم‌رخدادی واژگان و تحلیل شبکه اجتماعی انجام شده است. فن هم‌رخدادی واژگان که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته در واقع، یکی از روش‌های تحلیل محتوا است. تحلیل محتوا یکی از روش‌های پژوهش است که به‌منظور توصیف منظم و عینی محتوای به‌دست آمده از ارتباطات به‌کار می‌رود [۲۴]. تحلیل هم‌واژگانی، پرکاربردترین روش‌ها برای ترسیم نقشه‌های مفهومی و روشی مناسب برای کشف ارتباطات و پیوندهای مهم در حوزه‌های پژوهشی علم است. جامعه پژوهش حاضر شامل مقالات و مطالعات علمی مرتبط با شهرهای هوشمند در پایگاه وب‌آوساینس در یک دهه اخیر (از ظهور انقلاب صنعتی چهارم تا ۲۰۲۱) است. در همین راستا ابتدا در فیلد

بلاک‌چین در ۵ خوشه سیستم‌های کامپیوتری، علوم مالی، قراردادهای هوشمند، مدیریت داده و احراز هویت و پول الکترونیکی تقسیم‌بندی شده است؛ همچنین در سال‌های اخیر موضوعاتی مانند یادگیری ماشین، اعتماد، یادگیری عمیق، ارزیابی ریسک، رایانش مرزی، اتریم و اجماع در تحقیقات این حوزه بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. نجفی و همکاران [۱۷] در تحلیل کتاب‌سنجی و هم‌رخدادی واژگان مقالات حوزه اینترنت‌اشیاء در پایگاه مدلاین دریافتند، حوزه‌های پژوهشی فعال شامل انسان، اینترنت، فناوری بی‌سیم، زنان، مردان، الگوریتم‌ها، شبکه ارتباطی کامپیوتر، تله‌مدیسن، بزرگسالان، میانسالان، فناوری حسگر از راه دور، امنیت کامپیوتر، بیمار، خانه هوشمند، برنامه‌های اینترنت‌اشیاء، درمان سرپایی غیرداوطلبانه، تشخیص، دستگاه پوشیدنی، پروتکل، درمان، بیماری و دستگاه اینترنت‌اشیاء بود. بیشترین هم‌رخدادی اینترنت‌اشیاء با واژگان انسان، شبکه حسگر، اینترنت، بیمار، و فناوری بی‌سیم بوده است.

۳-۲- پیشینه در خارج

ژائو، تانگ و زو [۱۸] با هدف درک بهتر زمینه‌های پژوهشی شهر هوشمند از جمله توزیع موضوعات، پایگاه‌های دانش و مرزهای پژوهشی، براساس نمایه‌های استنادی علوم و علوم اجتماعی در مجموعه هسته وب‌آوساینس به ترسیم نقشه دانش این حوزه پرداختند. نتایج به‌دست آمده، نشان‌دهنده سه حوزه «مفاهیم و عناصر شهر هوشمند»، «شهر هوشمند و اینترنت‌اشیاء» و «شهر هوشمند آینده» از طریق تحلیل هم‌استنادی بود. همچنین نتایج به‌دست آمده نشان داد موضوعات توسعه شهری، شهرهای پایدار، محاسبات ابری، هوش مصنوعی و یکپارچه‌سازی در پژوهش‌ها قابل توجه بوده‌اند. ژنگ و همکاران [۱۹] در بررسی شبکه‌ای و علم‌سنجی ۷۸۴۰ رکورد علمی در حوزه شهر هوشمند در بازه زمانی ۱۹۹۰ - ۲۰۱۹ نشان دادند موضوعات اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده به‌عنوان امیدوارکننده‌ترین فناوری‌ها در پژوهش‌های مورد بررسی به‌منظور برنامه‌ریزی و توسعه شهر هوشمند قابل رهگیری است. وو و همکاران [۲۰] در ترسیم ساختار دانش ۹۶۵ مطالعه مرتبط با توسعه شهر هوشمند و پایداری شهری چهار گروه موضوعی فناوری اطلاعات، انرژی و محیط‌زیست، حمل‌ونقل شهری و جایجایی، و سیاست‌گذاری شهری و برنامه‌ریزی توسعه را شناسایی کردند. نتایج کامران و همکاران [۲۱] در حوزه بلات^۱ (بلاک‌چین و اینترنت‌اشیاء) حاکی از آن بود که روند انتشارات سالانه مقالات حوزه فوق، در سال‌های اخیر به سرعت در حال رشد است. در میان پرکارترین کشورها به ترتیب چین، آمریکا و کره جنوبی در جایگاه اول تا سوم با ۴۲ و ۳۳ و ۱۹ اثر قرار گرفته‌اند. از نظر حوزه‌های مشارکت‌کننده، حوزه علوم رایانه در جایگاه اول قرار گرفته است. همچنین در میان کلیدواژه‌ها به ترتیب امنیت، قراردادهای هوشمند، محاسبات،

2. Cyber-Physical System (CPS)
3. CPPS

1. BioT

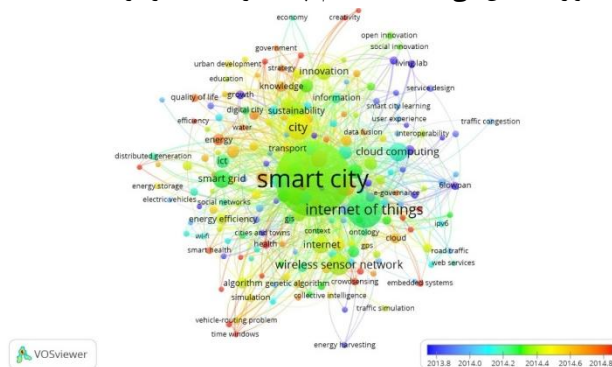
بررسی سال ۲۰۱۹ با ۳۱۴۲ مطالعه و سال ۲۰۱۲ با ۹۰ مطالعه به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد مطالعات را به خود اختصاص داده‌اند؛ میانگین نرخ رشد سالانه^۴ انتشار این مطالعات ۴۳/۷۷٪ بوده و دامنهٔ نرخ رشد سالانه تولیدات علمی منتشر شده در این حوزه از سال ۲۰۱۲ تا کنون بین ۱۰/۲۸٪ (حداقل) تا ۲۰۲/۲٪ (حداکثر) نوسان داشته است. از سوی دیگر، در میان سال‌های مورد بررسی سال ۲۰۱۸ با ۲۶۸۹۵ استناد و سال ۲۰۱۲ با ۲۹۱۲ استناد به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد استنادات این حوزه را به خود اختصاص داده‌اند؛ میانگین نرخ رشد سالانه تأثیرگذاری این مطالعات ۷۳/۳۹٪ بوده و دامنهٔ نرخ رشد سالانه تأثیرگذاری این حوزه از سال ۲۰۱۲ تا کنون بین ۲۸/۵۷٪ (حداقل) تا ۵۲۰٪ (حداکثر) نوسان داشته است.

۵-۲- پاسخ به پرسش دوم پژوهش

در این مرحله به‌منظور ترسیم نقشه هم‌رخدادی موضوعات و تحلیل رویکرد موضوعی مطالعات حوزه شهر هوشمند در سه بازه زمانی مربوط به یک دهه اخیر، تمامی تولیدات علمی استخراج‌شده از وب‌آوساینس به تفکیک سه بازه زمانی مورد نظر وارد نرم‌افزار وی‌اواس ویوئر شد.

۵-۲-۱- بازه زمانی ۲۰۱۲-۲۰۱۵

به دنبال تحلیل هم‌واژگانی ۵۲۶۸ کلیدواژه استخراج شده از مطالعات بازه زمانی ۲۰۱۲-۲۰۱۵، با اعمال آستانه هم‌رخدادی ۵، تعداد ۱۱ خوشه که شامل ۲۰۱ موضوع و کلیدواژه بودند، تشکیل و شناسایی شد. شکل ۳ نقشه هم‌رخدادی مطالعات منتشر شده در بازه زمانی فوق براساس هم‌پوشانی زمانی را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است بزرگی گره‌ها نشان‌دهنده کاربرد بیشتر آن مفاهیم در توصیف آثار و رنگ آنها نشان‌دهنده خوشه مفاهیم است. ضمن اینکه در این نقشه دوری و نزدیکی کلیدواژه‌ها نشان می‌دهد که مفاهیم چه مقدار به یکدیگر مرتبط هستند.



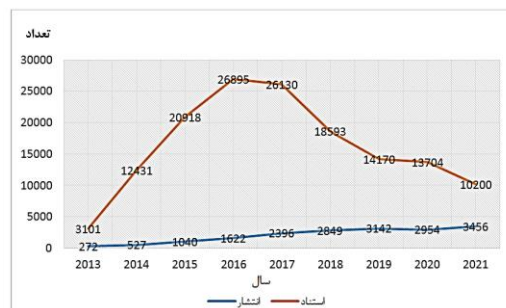
شکل ۳- نقشه هم‌رخدادی واژگان مطالعات شهر هوشمند در بازه زمانی ۲۰۱۲-۲۰۱۵ براساس هم‌پوشانی زمانی

موضوع^۱ (شامل عنوان، چکیده، کلمات کلیدی و متن)، اصطلاحات «Smart City» و «Smart Cities» در بخش مجموعهٔ هستهٔ پایگاه استنادی وب‌آوساینس^۲ در تاریخ ۱۱ نوامبر ۲۰۲۱ مورد جستجو قرار گرفت که در مجموع ۱۸۳۴۸ مطالعه بازیابی شدند. سپس، در مرحله بعد براساس نتایج به‌دست آمده و با توجه به اینکه مطالعات مرتبط از سال ۲۰۱۲ که تقریباً مقارن با ظهور انقلاب صنعتی چهارم است، به تعداد قابل توجهی رسیده و پس از آن به رشد تصاعدی خود ادامه داده، اقدام به بازیابی مطالعات حوزه شهر هوشمند در سه بازه زمانی ۲۰۱۲-۲۰۱۵ با ۱۹۲۹ رکورد، ۲۰۱۶-۲۰۱۸ با ۶۸۶۷ رکورد و ۲۰۱۹-۲۰۲۱ با ۹۵۵۲ رکورد با فرمت متن ساده^۳ گردید. پس از بازیابی رکوردهای مرتبط و یکپارچه‌سازی داده‌ها، براساس اهداف و پرسش‌های پژوهش اقدام به تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای هیست سائت، اکسل، و بیب‌اکسل شد. به منظور مصورسازی و ترسیم ساختار فکری و شبکه واژگان از نرم‌افزارهای وی‌اواس ویوئر (نسخه ۱۰، ۶، ۱) و سایت‌اسپیس استفاده شده است. لازم به ذکر است در مراحل مختلف تحلیل، اقدام به کنترل و یکدست‌سازی کلیدواژه‌ها از طریق روش‌هایی نظیر ساخت اصطلاح‌نامه گردید و کلیدواژه‌های مشابه، یکسان، متشابه و حالت‌های جمع و مفرد ادغام و کلیدواژه‌های غیرتخصصی حذف شدند.

۵- یافته‌های پژوهش

۵-۱- پاسخ به پرسش اول پژوهش

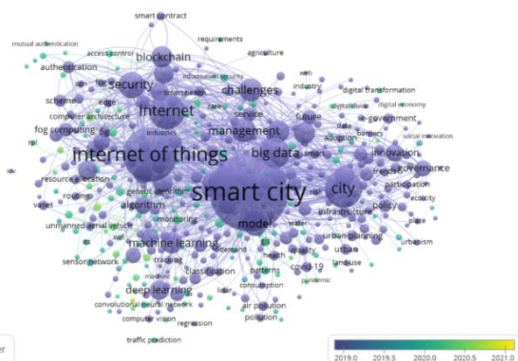
با جستجو در وب‌آوساینس به واسطه نرم‌افزار هیست‌سائت مشخص شد، تعداد ۱۸۳۴۸ مطالعه مرتبط طی سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۱ میلادی با دریافت ۱۴۶۶۴۲ استناد جهانی تا تاریخ ۱۱ نوامبر در این پایگاه نمایه شده‌اند. نمودار زیر روند انتشار و تأثیرگذاری این مطالعات را به تفکیک سال نشان می‌دهد.



نمودار ۱- روند انتشار و تأثیرگذاری مطالعات حوزه شهر هوشمند در یک دهه اخیر (۲۰۱۲-۲۰۲۱)

در مجموع روند صعودی در نمودار ۱، استقبال از موضوع شهر هوشمند را در ابعاد انتشار و تأثیرگذاری مطالعات نمایش می‌دهد. در میان سال‌های مورد

نوروزی، وصفی و جعفری باقی آبادی



شکل ۵- نقشه هم‌رخدادی واژگان مطالعات شهر هوشمند در بازه زمانی ۲۰۲۱-۲۰۱۹ براساس هم‌پوشانی زمانی

همان‌طور که شکل فوق و رنگ‌بندی گره‌ها نشان می‌دهد، بیشتر موضوعات پرکاربرد در مطالعات این بازه زمانی، مربوط به اوایل این دوره یعنی سال ۲۰۱۹ است. با توجه به شکل ۵، موضوعات متنوعی در مطالعات شهرهای هوشمند در جهان در بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۲۱ مشاهده می‌شود که محصول آن تشکیل ۶ خوشه موضوعی با رویکردهای توسعه پایدار مبتنی بر حکمرانی، فناوری‌های شهر هوشمند، تأثیر اینترنت‌اشیاء بر بهره‌وری انرژی، ابعاد شهر هوشمند، امنیت و حریم خصوصی و سیستم‌های فیزیکی - سایبری است.

۵-۳- پاسخ به پرسش سوم پژوهش

با استفاده از نرم‌افزارهای وی‌ا‌اس و یوئر، اکسل و بیب‌اکسل، مهم‌ترین موضوعات و زوج‌های هم‌واژگانی مطالعات شهر هوشمند در هر یک از سه بازه زمانی مورد نظر براساس شاخص‌های هم‌رخدادی، ارتباطات و استنادات دریافتی آنها شناسایی و استخراج شده‌اند (جدول ۱).

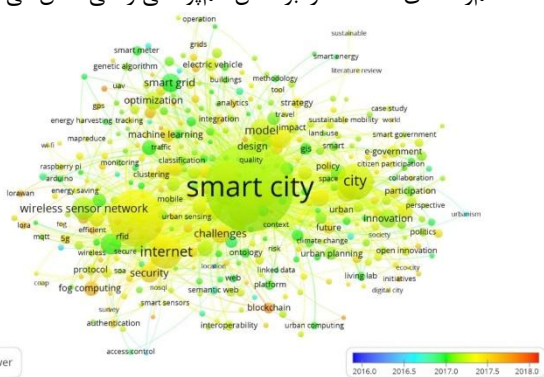
جدول ۱- مهم‌ترین موضوعات و زوج‌های هم‌واژگانی مطالعات شهر هوشمند در سه بازه زمانی مربوط به یک دهه اخیر (۲۰۲۱-۲۰۱۲)

| شاخص | بازه زمانی | رتبه اول (فراوانی) | رتبه دوم (فراوانی) | رتبه سوم (فراوانی) | رتبه چهارم (فراوانی) | رتبه پنجم (فراوانی) |
|-----------|------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| هم‌رخدادی | ۲۰۱۲-۲۰۱۵ | اینترنت‌اشیاء (۲۰۶) | شهر (۱۰۶) | شبکه حسگر بی‌سیم (۷۶) | کلان‌داده (۴۴) | رایانش ابری (۵۹) |
| | ۲۰۱۶-۲۰۱۸ | اینترنت‌اشیاء (۱۲۹۸) | شهر (۵۳۰) | اینترنت (۴۴۳) | کلان‌داده (۴۰۳) | نظام (۳۰۱) |
| | ۲۰۱۹-۲۰۲۱ | اینترنت‌اشیاء (۲۲۳۲) | شهر (۱۶۵۷) | اینترنت (۱۴۵۶) | کلان‌داده (۱۱۱۲) | نظام (۸۷۹) |
| ارتباطات | ۲۰۱۲-۲۰۱۵ | اینترنت‌اشیاء (۱۱۷) | شهر (۹۷) | کلان‌داده (۷۴) | نظام (۷۱) | مدیریت (۶۱) |
| | ۲۰۱۶-۲۰۱۸ | اینترنت‌اشیاء (۳۲۶) | نظام (۲۸۸) | اینترنت (۲۷۷) | شهر (۲۶۳) | کلان‌داده (۲۵۶) |
| | ۲۰۱۹-۲۰۲۱ | اینترنت‌اشیاء (۶۵۴) | اینترنت (۵۹۳) | نظام (۴۷۸) | کلان‌داده (۴۶۵) | شهر (۴۴۶) |
| استناد | ۲۰۱۲-۲۰۱۵ | پروتکل فشرده‌سازی سرآیندهای | شهر پایدار (۱۳۸) | توسعه شهری (۱۳۳) | خط مشی (۹۸) | سیاست (۹۷) |

همان‌طور که شکل فوق و رنگ‌بندی گره‌ها نشان می‌دهد، بیشتر موضوعات پرکاربرد در مطالعات این بازه زمانی مربوط به نیمه نخست سال ۲۰۱۴ است. همچنین با توجه به شکل ۳، موضوعات متنوعی در مطالعات شهرهای هوشمند در جهان در بازه زمانی ۲۰۱۲-۲۰۱۵ مشاهده می‌شود که محصول آن تشکیل ۱۱ خوشه موضوعی با رویکردهای توسعه پایدار شهری، حمل و نقل هوشمند، بهبود کیفیت زندگی در ابعاد مختلف، دولت هوشمند، استفاده از اینترنت‌اشیاء در زمینه‌های مختلف، مدیریت انرژی، اقتصاد دانش‌بنیان، فناوری‌های هوشمند، الزامات و فناوری‌های شهر هوشمند، زیرساخت‌های فنی شهر هوشمند و جامعه هوشمند است؛ لازم به ذکر است از برابند واژگان موجود در هر خوشه، رویکرد موضوعی خوشه‌ها مشخص شده است.

۵-۲-۲- بازه زمانی ۲۰۱۶-۲۰۱۸

به‌دنبال تحلیل هم‌واژگانی ۱۵۵۶۹ کلیدواژه استخراج‌شده از مطالعات بازه زمانی ۲۰۱۶-۲۰۱۸، با اعمال آستانه هم‌رخدادی ۱۰، تعداد ۷ خوشه که شامل ۳۷۸ موضوع و کلیدواژه بودند، تشکیل و شناسایی شد. شکل ۴ نقشه هم‌رخدادی مطالعات را براساس هم‌پوشانی زمانی نشان می‌دهد.

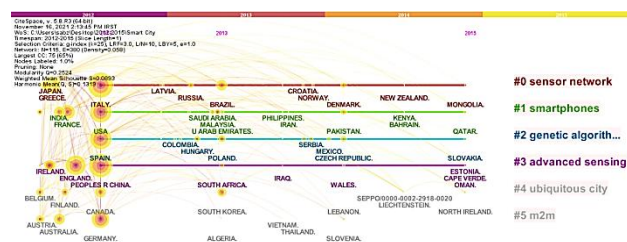


شکل ۴- نقشه هم‌رخدادی واژگان مطالعات شهر هوشمند در بازه زمانی ۲۰۱۸-۲۰۱۶ براساس هم‌پوشانی زمانی

همان‌طور که شکل فوق و رنگ‌بندی گره‌ها نشان می‌دهد، بیشتر موضوعات پرکاربرد در مطالعات این بازه زمانی مربوط به نیمه دوم سال ۲۰۱۶ و نیمه نخست سال ۲۰۱۷ است. همچنین با توجه به شکل ۴، موضوعات متنوعی در مطالعات شهرهای هوشمند در جهان در بازه زمانی ۲۰۱۶-۲۰۱۸ مشاهده می‌شود که محصول آن تشکیل ۷ خوشه موضوعی با رویکردهای حمل و نقل هوشمند، نوآوری شهری، حل چالش‌های شهری با استفاده از فناوری، راهبرد بلاک‌چین در شبکه‌های هوشمند، الزامات شهر هوشمند، شهر هوشمند مبتنی بر مدیریت داده و دانش و انفورماتیک شهری است.

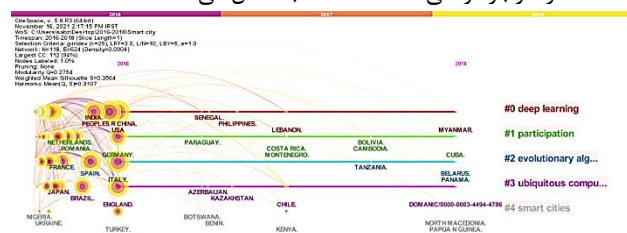
۵-۲-۳- بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۲۱

به دنبال تحلیل هم‌واژگانی ۲۲۷۴۵ کلیدواژه استخراج‌شده از مطالعات بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۲۱، با اعمال آستانه هم‌رخدادی ۱۵، تعداد ۶ خوشه که شامل ۷۴۴ موضوع و کلیدواژه بودند، تشکیل و شناسایی شد. شکل ۵ نقشه هم‌رخدادی مطالعات را براساس هم‌پوشانی زمانی نشان می‌دهد.



شکل ۶- نقشه هم‌پیوندی مطالعات کشورها در حوزه شهرهای هوشمند براساس کلیدواژه‌های نویسندگان در بازه زمانی ۲۰۱۲-۲۰۱۵

براساس شکل ۶ می‌توان وضعیت ارتباطی هریک از کشورها را با یکدیگر و نیز زمینه‌های تحقیقاتی که کشورها مورد مطالعه قرار داده‌اند، بررسی کرد. از این‌رو شکل ۶ نه تنها وضعیت ارتباطی و زمینه‌های تحقیقاتی کشورها را نشان می‌دهد، بلکه پیشینه زمانی مطالعات آنها در زمینه شهرهای هوشمند را به تصویر می‌کشد. بنابراین روند زمانی مطالعه کشورها در حوزه شهرهای هوشمند در محور افقی و زمینه‌های تحقیقاتی مطالعات آنها در محور عمودی نشان داده شده است. با مشاهده شکل ۶ می‌توان این‌گونه استدلال کرد که کدام کشورها در چه سال‌هایی روی چه موضوعاتی کار کرده‌اند؛ همچنین کدام کشورها به لحاظ موضوعی در یک خوشه قرار گرفته‌اند؛ همان‌طور که شکل فوق نشان می‌دهد، در مجموع ۶ گوناگون در حوزه شهرهای هوشمند طی سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۵ قابل شناسایی هستند؛ این خوشه‌ها به ترتیب عبارتند از: شبکه حسگر؛ تلفن‌های هوشمند؛ الگوریتم‌های ژنتیک؛ حسگر پیشرفته؛ شهر فراگیر؛ ماشین به ماشین؛ نکته جالب قرار گرفتن کشور ایران در خوشه موضوعی تلفن‌های هوشمند به همراه کشورهای بحرین، قطر، امارات، ایالات متحده، فرانسه، فیلیپین، پاکستان، کنیا، مالزی و هند است. این در حالی است که کشورهای هند، فرانسه و ایالات متحده در مقایسه با سایر کشورها به لحاظ زمانی پیشرو بوده‌اند. شکل ۷ نقشه هم‌پیوندی کشورها و موضوعات مطالعات را در بازه زمانی ۲۰۱۶-۲۰۱۸ به شکل می‌کشد.



شکل ۷- نقشه هم‌پیوندی مطالعات کشورها در حوزه شهرهای هوشمند براساس کلیدواژه‌های نویسندگان در بازه زمانی ۲۰۱۶-۲۰۱۸

همان‌طور که شکل فوق نشان می‌دهد، در مجموع ۵ خوشه موضوعی یادگیری عمیق؛ مشارکت؛ الگوریتم‌های تکاملی؛ رایانش فراگیر قابل شناسایی هستند؛ شکل ۸ نقشه هم‌پیوندی کشورها و موضوعات مطالعات را در بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۲۱ به شکل می‌کشد.

| شاخص | بازه زمانی | رتبه اول (فراوانی) | رتبه دوم (فراوانی) | رتبه سوم (فراوانی) | رتبه چهارم (فراوانی) | رتبه پنجم (فراوانی) |
|----------------|------------|---|------------------------------|--|--|---|
| هم‌واژگانی زوج | ۲۰۱۶-۲۰۱۸ | پروتکل اینترنت نسخه شش ^۱ (۲۳۶) | تاکسونومی ^۲ (۱۴۲) | ابراهام ^۳ (۱۱۱) | رایانش توزیع شده ^۴ (۹۰) | حملات ^۵ (۸۶) |
| | ۲۰۱۹-۲۰۲۱ | مرور ادبیات ^۶ (۳۶) | انفورماتیک ^۷ (۳۲) | شهری ^۸ (۳۰) | توسعه شهری و جغرافیا ^۹ (۲۷) | تأمین برق و توسعه شهری ^{۱۰} (۲۳) |
| | ۲۰۱۲-۲۰۱۵ | شهر هوشمند* اینترنت‌اشیاء (۱۲۱) | شهر هوشمند* (۷۱) | شهر هوشمند* کلان‌داده (۴۷) | شهر هوشمند* شبکه حسگر بی‌سیم (۴۳) | اینترنت* اینترنت‌اشیاء (۳۱) |
| | ۲۰۱۶-۲۰۱۸ | شهر هوشمند* اینترنت‌اشیاء (۷۵۰) | شهر هوشمند* (۳۶۶) | اینترنت* اینترنت‌اشیاء کلان‌داده (۳۲۵) | شهر هوشمند* کلان‌داده (۲۶۷) | شهر هوشمند* اینترنت (۲۳۸) |
| | ۲۰۱۹-۲۰۲۱ | شهر هوشمند* اینترنت‌اشیاء (۱۶۸۴) | شهر هوشمند* (۱۰۳۴) | اینترنت* اینترنت‌اشیاء (۹۷۲) | شهر هوشمند* کلان‌داده (۸۵۷) | شهر هوشمند* اینترنت (۷۰۴) |

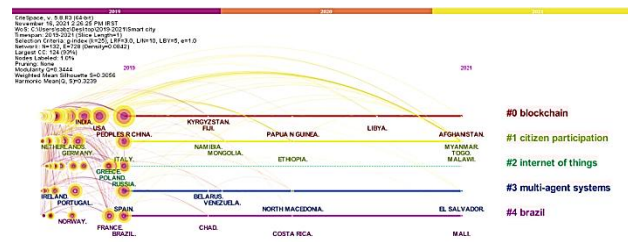
پس از کلیدواژه‌های اصلی مورد جستجو نظیر شهر هوشمند، در سه بازه زمانی مورد بررسی، موضوعات «اینترنت‌اشیاء، شهر، اینترنت و شبکه حسگر بی‌سیم» در مطالعات پژوهشگران این حوزه، بیشترین فراوانی را داشته‌اند؛ همچنین کلیدواژه‌های «اینترنت‌اشیاء، شهر، نظام، اینترنت و کلان‌داده» بیشترین ارتباطات را با سایر موضوعات در مطالعات سه بازه فوق برقرار کرده‌اند؛ از سوی دیگر کلیدواژه‌های «پروتکل اینترنت نسخه شش، شهر پایدار و توسعه شهری» بیشترین استنادات را در میان سایر موضوعات مطالعات ۲۰۱۲-۲۰۱۵، کلیدواژه‌های «تاکسونومی، ابر اشیا و رایانش توزیع‌شده» بیشترین استنادات را در میان سایر موضوعات مطالعات ۲۰۱۶-۲۰۱۸، کلیدواژه‌های «مرور ادبیات، انفورماتیک شهری و توسعه شهری پایدار» بیشترین استنادات را در میان سایر موضوعات مطالعات ۲۰۱۹-۲۰۲۱ به خود اختصاص داده‌اند. همچنین زوج‌های شهر هوشمند - اینترنت‌اشیاء، شهر - شهر هوشمند، شهر هوشمند - کلان‌داده و اینترنت - اینترنت‌اشیاء دارای بیشترین هم‌رخدادی در مطالعات سه بازه زمانی مورد بررسی بودند.

۵-۴- پاسخ به پرسش چهارم پژوهش

در این مرحله به‌منظور ترسیم نقشه هم‌پیوندی کشورها و خوشه‌های موضوعی در پژوهش‌های علمی مرتبط با شهرهای هوشمند، رکوردهای علمی استخراج‌شده از وب‌آوساینس وارد نرم‌افزار سایت اسپیس شد. شکل ۶ نقشه هم‌پیوندی کشورها و موضوعات مطالعات را در بازه زمانی ۲۰۱۲-۲۰۱۵ به شکل می‌کشد.

1. IPv6 Low Power Wireless Personal Area Network (6lowpan)
2. Taxonomy
3. Cloud of Things
4. Distributed Computing
5. Attacks
6. Data Aggregation
7. Literature Review
8. Urban Informatics
9. Sustainable Urban Development
10. Supply Chain & Geographies
11. Electricity

در سه بازه زمانی مورد بررسی، موضوعات «اینترنت‌اشیاء، شهر، اینترنت و شبکه حسگر بی‌سیم» در مطالعات پژوهشگران این حوزه، بیشترین فراوانی را داشته‌اند؛ کلیدواژه‌های «اینترنت‌اشیاء، شهر، نظام، اینترنت و کلان‌داده» بیشترین ارتباطات را با سایر موضوعات در مطالعات سه بازه فوق برقرار کرده‌اند؛ همچنین زوج‌های شهر هوشمند - اینترنت‌اشیاء، شهر - شهر هوشمند، شهر هوشمند - کلان‌داده و اینترنت - اینترنت‌اشیاء دارای بیشترین هم‌رخدادی در مطالعات سه بازه زمانی مورد بررسی بودند. در [۱۵] در حوزه بلاک‌چین نیز کلیدواژه اینترنت‌اشیاء بیشترین تکرار را در میان کلیدواژه‌های موجود و زوج‌های هم‌واژگانی بلاک‌چین - اینترنت‌اشیاء با فراوانی ۱۶۴ بیشترین هم‌رخدادی را داشتند. از سوی دیگر [۱۶] نشان داد، موضوعاتی مانند یادگیری ماشین، اعتماد، یادگیری عمیق، ارزیابی ریسک، رایانش مرزی، اتریم و اجماع در تحقیقات حوزه بلاک‌چین قابل توجه بوده‌اند. در تحلیل واژگان مقالات حوزه اینترنت‌اشیاء [۱۷] دریافتند، حوزه‌های پژوهشی فعال شامل انسان، اینترنت، فناوری بی‌سیم، زنان، مردان، الگوریتم‌ها، شبکه ارتباطی کامپیوتر، بزرگسالان، میانسالان، فناوری حسگر از راه دور، امنیت کامپیوتر، خانه هوشمند، برنامه‌های اینترنت‌اشیاء، تشخیص، پروتکل و دستگاه اینترنت‌اشیاء بود. در حوزه شهر هوشمند، [۱۸] نیز نشان‌دهنده سه حوزه «مفاهیم و عناصر شهر هوشمند»، «شهر هوشمند و اینترنت‌اشیاء» و «شهر هوشمند آینده» از طریق تحلیل هم‌استنادی بود. همچنین موضوعات توسعه شهری، شهرهای پایدار، محاسبات ابری، هوش مصنوعی و یکپارچه‌سازی در پژوهش‌ها قابل توجه بوده‌اند. پژوهش [۱۹] نیز به موضوعات اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده به‌عنوان امیدوارکننده‌ترین فناوری‌ها در پژوهش‌های مورد بررسی به منظور برنامه‌ریزی و توسعه شهر هوشمند تأکید داشتند. در تجزیه و تحلیل کتاب‌سنجی حوزه بلات [۲۱] کلیدواژه‌های امنیت، قراردادهای هوشمند، محاسبات، حریم خصوصی و شهر هوشمند قابل توجه بودند. در [۲۲] در بررسی ادبیات بلاک‌چین مطالعات به چهار حوزه تحقیقاتی معماری اساسی فناوری، حریم خصوصی و امنیت، برنامه‌های مالی و برنامه‌های کاربردی صحنه هوشمند تقسیم شد. مراحل تحقیقات بلاک‌چین نیز در سه مرحله فناوری پایه بلاک‌چین، برنامه‌های کاربردی مختلف تجاری و ادغام با فناوری‌های پیشرفته مانند رایانش مه، اینترنت‌اشیاء و هوش مصنوعی طی شده است. مروری بر یافته‌های پژوهش حاضر و پیشینه‌های مرتبط نشان می‌دهد، از یک سو فناوری‌هایی نظیر اینترنت‌اشیاء، کلان‌داده، هوش مصنوعی، بلاک‌چین و ... که نقش مهمی در توسعه شهرهای هوشمند دارند و از سوی دیگر چالش‌هایی نظیر شهروند، مشارکت، امنیت، حریم خصوصی، تهدیدها و ... در مطالعات پژوهشگران مورد توجه زیاد بوده‌اند. به بیان دیگر، ابعاد انسانی و فنی همواره دو بعد مهم در مطالعات شهر هوشمند بوده که لازم است به‌طور هم‌زمان مورد توجه قرار گیرند؛ هرچند در سال‌های اخیر بر ابعاد انسانی که در ابتدا کمتر مورد توجه بودند، تأکید بیشتری می‌شود. یافته‌ها



شکل ۸- نقشه هم‌پیوندی مطالعات کشورها در حوزه شهرهای هوشمند براساس کلیدواژه‌های نویسندگان در بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۲۱

همان‌طور که شکل فوق نشان می‌دهد، در مجموع ۵ خوشه موضوعی بلاک‌چین؛ مشارکت شهروندی؛ اینترنت‌اشیاء؛ سیستم‌های چندعاملی و برزیل قابل شناسایی هستند.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش علم‌سنجی حاضر با هدف رهگیری روند موضوعی مطالعات شهر هوشمند از ظهور انقلاب صنعتی چهارم تا ۲۰۲۱ انجام شد. یافته‌ها نشان داد در مجموع روند انتشار و تأثیرگذاری مطالعات حوزه شهر هوشمند در یک دهه اخیر، به ترتیب دارای رشد صعودی ۴۳/۷۷٪ و ۷۳/۳۹٪ بوده است. نتایج به‌دست آمده از [۱۵] در حوزه بلاک‌چین به‌عنوان یکی از فناوری‌های نوظهور نیز حاکی از آن بود که پژوهش‌های امنیت و حریم خصوصی در حوزه بلاک‌چین، رشد چشمگیری داشته است. تحلیل هم‌رخدادی واژگان در بازه زمانی ۲۰۱۲-۲۰۱۵، منجر به تشکیل ۱۱ خوشه با رویکردهای متفاوت شد. نقشه هم‌رخدادی واژگان مطالعات شهر هوشمند براساس هم‌پوشانی زمانی نیز نشان داد، بیشتر موضوعات پرکاربرد در مطالعات این بازه زمانی مربوط به نیمه نخست سال ۲۰۱۴ بود. این در حالی است که ۷ خوشه حاصل تحلیل هم‌رخدادی واژگان در بازه زمانی ۲۰۱۶-۲۰۱۸ بود؛ همچنین نقشه هم‌رخدادی واژگان مطالعات شهر هوشمند براساس هم‌پوشانی زمانی گویای آن بود که بیشتر موضوعات پرکاربرد در مطالعات این بازه زمانی مربوط به نیمه دوم سال ۲۰۱۶ و نیمه نخست سال ۲۰۱۷ بود. در نهایت، تحلیل هم‌رخدادی واژگان در بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۲۱، منجر به تشکیل ۶ خوشه شد. نقشه هم‌رخدادی واژگان مطالعات شهر هوشمند براساس هم‌پوشانی زمانی نیز نشان داد، بیشتر موضوعات پرکاربرد در مطالعات این بازه زمانی، مربوط به اوایل دوره فوق یعنی سال ۲۰۱۹ بوده است. یافته‌های به‌دست آمده [۱۶] حاکی از آن بود که مطالعات حوزه بلاک‌چین در ۵ خوشه سیستم‌های کامپیوتری، علوم مالی، قراردادهای هوشمند، مدیریت داده و احراز هویت و پول الکترونیکی قرار گرفته است؛ در ترسیم ساختار دانش مطالعات مرتبط با توسعه شهر هوشمند و پایداری شهری [۲۰]، چهار گروه موضوعی فناوری اطلاعات، انرژی و محیط‌زیست، حمل‌ونقل شهری و جابجایی، و سیاست‌گذاری شهری و برنامه‌ریزی توسعه را شناسایی کردند. نتایج [۲۳] در حوزه تولیدات علمی صنعت ۴/۰ تعداد ۳۱ خوشه را ارائه کرد که در آنها نماینده‌ترین مضامین، سیستم فیزیکی - سایبری، اینترنت‌اشیاء و کلان‌داده‌ها بودند.

- 8- Farshid, R., Abedi, Y., & Jafari, S. Small-Data and Its Application among Various Scientific Areas: A Scientometric Study. *Scientometrics Research Journal*, 8(15), 255-281, 2022.
- 9- Toli, A.M. and Murtagh, N. The concept of sustainability in smart city definitions. *Frontiers in Built Environment*, 6, p.77. 2020.
- 10- Zhang, C. Design and application of fog computing and Internet of Things service platform for smart city. *Future Generation Computer Systems*, 112, pp.630-640. 2020.
- 11- Tabrizchi, H. and Kuchaki Rafsanjani, M. A survey on security challenges in cloud computing: issues, threats, and solutions. *The journal of supercomputing*, 76(12), pp.9493-9532, 2020.
- 12- Yigitcanlar, T. and Cugurullo, F. The sustainability of artificial intelligence: An urbanistic viewpoint from the lens of smart and sustainable cities. *Sustainability*, 12(20), p.8548, 2020.
- 13- Leogrande, A., Magaletti, N., Cosoli, G. and Massaro, A. Fixed Broadband Take-Up in Europe. Available at SSRN 4034298, 2022.
- 14- Moradi, S. The Thematic study of Research in the Smart City Scope. *Scientometrics Research Journal*, 5(9), 139-160, 2019.
- 15- Barangi, H., Raji, F., & Khasseh, A. Blockchain Security and Privacy Research Analysis: A bibliometric study. *Soft Computing Journal*, 9(1), 40-55, 2021.
- 16- Mousavi, P., Salehan, A., & Yousefi Zenouza, R. Identifying the Research Trends and Subfields of Blockchain Technology. *BI Management Studies*, 10(39), 127-162, 2022.
- 17- Najafi, N., Asemi, A., CheshmehSohrabi, M., Shabani, A. Scientific articles in "Internet of Things": A bibliometric and co-word analysis in MEDLINE. *Payesh* 2018; 17 (5):507-520, 2018.
- 18- Zhao, L., Tang, Z. Y., & Zou, X. Mapping the knowledge domain of smart-city research: A bibliometric and scientometric analysis. *Sustainability*, 11(23), 6648, 2019.
- 19- Zheng, C., Yuan, J., Zhu, L., Zhang, Y., & Shao, Q. From digital to sustainable: A scientometric review of smart city literature between 1990 and 2019. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120689, 2020.
- 20- Wu, Z., Jiang, M., Li, H., & Zhang, X. Mapping the knowledge domain of smart city development to urban sustainability: a scientometric study. *Journal of Urban Technology*, 28(1-2), 29-53, 2021.
- 21- 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.
- 22- Zhou, L., Zhang, L., Zhao, Y., Zheng, R., & Song, K. (2021). A scientometric review of blockchain research. *Information Systems and e-Business Management*, 19(3), 757-787, 2021.
- 23- Kipper, L. M., Furstenu, L. B., Hoppe, D., Frozza, R., & Iepsen, S. (2020). Scopus scientific mapping production in industry 4.0 (2011–2018): a bibliometric analysis. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1605-1627.
- 24- Zeighami, R., Bagheri Nesami, M., Haqdoost, F., & reminder, M. Content analysis. *Iranian Nursing Quarterly*, 21 (53): 41-52, 2008.
- 25- Noroozi Chakoli, A. Note from the Editor-in-Chief: Corona Crisis, Virtual Research, and Virtual Scientometrics. *Scientometrics Research Journal*, 5(10), 1-2, 2019.

در نقشه هم‌پیوندی کشورها و خوشه‌های موضوعی نیز نشان داد، مطالعات شهر هوشمند به مرور از تمرکز صرف بر فناوری‌ها به سوی موضوعاتی نظیر مشارکت و مشارکت شهروندی تغییر رویکرد داشته و به عبارتی تغییر نسل در مطالعات شهر هوشمند مشاهده می‌شود. از سوی دیگر، وجود خوشه‌ای با نام برزیل در بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۲۱ می‌تواند نشان از توجه زیاد دولت برزیل به مفاهیم شهر هوشمند و هوشمندسازی و انتشار مطالعات فراوان در این حوزه به دلایلی نظیر کسب میزبانی در رویدادهای مهم ورزشی نظیر بازی‌های المپیک و جام جهانی فوتبال باشد. اطلس جغرافیایی در [۱۴] نیز نشان داد، سه کشور فعال در حوزه شهر هوشمند، چین با تمرکز بر زیرساخت فناوری اطلاعات هوشمند، اسپانیا در شهروند هوشمند و انرژی هوشمند؛ ایتالیا در حکمرانی هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند و محیط هوشمند بودند.

همان‌طور که پژوهش حاضر نشان داد، در مطالعات سنجش علم و فناوری می‌توان به تبیین روندهای بین‌المللی و شکل‌گیری پژوهش در حوزه‌های علمی مختلف، جبهه‌های نوظهور و زیرشاخه‌های آن و کشف حوزه‌های بین‌رشته‌ای حاصل از مشارکت‌های علمی جدید در حوزه‌های مختلف پرداخت [۲۵]. در راستای مطالعات فوق، شناسایی ساختار فکری و روندهای موجود سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان، مدیران و پژوهشگران فعال را هدایت نموده تا ضمن کاربست نتایج مطالعات انجام‌شده، برنامه‌ریزی مناسبی به منظور افزایش کمی و کیفی تولیدات علمی و توسعه متوازن موضوعات این حوزه‌ها انجام دهند. در این راستا، توسعه دولت هوشمند و نوآور، نیاز به آماده‌سازی زیرساخت‌ها و تدوین الگوهای پژوهش‌محور در عرصه سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی شهری دارد. بنابراین، توجه به مطالعات معتبر جهانی به منظور شناسایی رویکردها و موضوعات، فناوری‌ها و ابزارهای مؤثر ضروری است.

۷- مراجع

- 1- Reichental, J. *Smart cities for dummies*. John Wiley & Sons, 2020.
- 2- Reichental, J. *Smart cities in simple language*. Translated by Amin Faraji, Amin Khorak, Somayeh Jafari and Maryam Moghadami. University of Tehran, 2022.
- 3- Ghanbari, H. Structural modeling of smart city theory based on good urban governance in Iran (case study: Tabriz Municipality). PhD thesis, Tabriz University, Faculty of Planning and Environmental Sciences, 2016.
- 4- Jafari Baghiabadi, S., Noruzi, A., Vasfi, M. R., Moradi, S. The need to share inter-organizational knowledge in smartening information and knowledge organizations and centers in smart cities. *Library and Information Science Research*, 2022.
- 5- Eremia, M., Toma, L. and Sanduleac, M. The smart city concept in the 21st century. *Procedia Engineering*, 181, pp.12-19, 2017.
- 6- Witkowski, K. (2017). Internet of things, big data, industry 4.0–innovative solutions in logistics and supply chains management. *Procedia engineering*, 182, 763-769.
- 7- Ramaswamy, R., & Madakam, S. The state of art: Smart cities in India: A literature review report. *International Journal of Innovative Research and Development*, II, 12, 115-119, 2013.