Modern Studies in Management & Organization
Volume 1, Issue 4 - Winter 2025 - Pages 55-73
Homepage: https://www.jmsmo.ir

Identification of Cyber Security Components of Internet of Things

Sayyed Mohammadreza Davoodi [1]*, Abdollah Nemati [2], Tahereh Sabbaghi [2]

1. Associate Professor, Faculty of Management, Dehaqan Branch, Islamic Azad University, Dehaqan, Iran.
2. PhD Student, Faculty of Management, Dehaqan Branch, Islamic Azad University, Dehaqan, Iran.

Abstract: This research aims to identify the components of cybersecurity of the Internet of Things and mutual authentication. In this paper, considering the unique and specific nature of the subject, the breadth and richness of research in this field, the ease of access to resources, and the study and summary of all related articles, the metasynthesis method has been used. Metasynthesis is a method that combines data from other studies with specific steps to meet the researcher's goal and yields new results. Using the Sandelowski and Barso model, and the keywords of Internet of Things security, privacy, network security, and mutual authentication, about 65 foreign and domestic scientific research articles published from 2014 to 2023 and materials collected from foreign databases and Persian articles published in scientific and research journals and publications in the country from 2015 to 2022 were found, of which the number of foreign articles was 47 and the number of domestic articles was 18. After reviewing and filtering, 40 articles were selected to extract the required content of the article, of which 34 were foreign articles and 6 Persian articles were selected. Among the components identified were threat control, access control, technical control, firewall protection, API security, security gateways, authentication, and tokens.

Keywords: Internet of Things Security, Privacy, Network Security, Mutual Authentication.
DOI: 10.22034/jmsmo.2025.220930

OPEN ACCESS

Article type: Review Article

***Correspondence:** Sayyed Mohammadreza Davoodi
sm.davoodi@iau.ac.ir

Received: November 5, 2024
Accepted: March 12, 2025
Published: Winter 2025

Citation: Davoodi, S. M., Nemati, A. and Sabbaghi, T. (2025). Identification of Cyber Security Components of Internet of Things. *Modern Studies in Management and Organization*, *1*(4), 55-73. doi: 10.22034/jmsmo.2025.220930

Publisher's Note: JMSMO stays neutral with regard to jurisdictional claims in published material and institutional affiliations.

Extended Abstract

Introduction

The introduction of the Internet of Things (IoT), a critical technology in modern society, has significant implications for cybersecurity. IoT devices are ubiquitously connected and often lack essential security features. This makes the IoT vulnerable to a wide range of cyberattacks. Cyberattacks can exploit these vulnerabilities to obtain sensitive data, launch distributed denial-of-service (DDoS) attacks, and even

compromise critical infrastructure. A large-scale cyberattack on IoT networks could have severe consequences, including disruption of essential services and widespread economic damage.
The Internet of Things is a complex network of interconnected devices and people that work together to monitor and exchange information about usage and environmental conditions. It consists of smart devices equipped with embedded systems, including processors, sensors, and connected hardware that collect, transmit, and respond to the information they receive. These devices communicate with each other in their surroundings in the IoT ecosystem through an IoT gateway with another nearby device to exchange sensor data.

Theoretical framework

Various researches on cybersecurity and authentication protocols in the field of Internet of Things have been conducted by researchers, some of which are introduced: Ghasemi in research in the field of Internet of Things the Iranian Telecommunications Research Center (Communications and Information Technology Research Institute) has carried out projects to investigate the implementation of Internet of Things technology and its security in Iran. One of these projects was titled “Developing the Internet of Things Business in the Country”. In this project, based on the experiences of different countries in the fields of governance, business, applications and technologies, initial studies were conducted, and Iran’s roadmap was determined with the aim of using new technologies such as the Internet of Things to increase economic welfare, quality of life and environmental protection to achieve the economic vision of 1404 (Roohollah., 2015).
In their research, Arkian and colleagues show that despite the research conducted on the Internet of Things and its security, various attacks have been introduced that have affected the space of this concept and its related technologies. The results show that countermeasures are merely reactive. Although these issues are changing due to regulatory restrictions, approval by government centers does not mean security. The issue of security in the Internet of Things can be considered the most important challenge in the development of this technology. In this regard, various standards are being developed, but the security requirements of the Internet of Things and even its risks have not been well identified and analyzed. By reviewing the articles and books presented in the field of Internet of Things security, it can be seen that security must be considered at all levels of packages and services. Therefore, security features will exist at all stages of system development. This type of security development is called the "defense in depth" approach. This approach embeds security into the heart of the IoT network and allows organizations and companies to have more time to defend their resources by reciprocally engaging attackers (Arkian, 2015).
In a study, Rahnavard and Mohammadian introduced the knowledge management system as a system for covering the process of creating, collecting, organizing, disseminating, and applying knowledge in an organization, or the art of creating value from the organization's intangible assets. They consider senior management support, role modeling, knowledge architecture, people involvement, information systems infrastructure, strategy and goals, knowledge measurement, organizational infrastructure, training, human resources, motivation, organizational culture, and teamwork as basic factors for the success of any knowledge management system (Rahnavard, 2015).

Methodology

This research is a review in terms of its purpose and based on the method of collecting research data of the documentary-metasynthesis type. In the present study, the statistical population

including previous research (articles, projects, and theses in the field of Internet of Things security), was selected in the conducted reviews of 65 articles and research. In this study, the seven-step metasynthesis method of Sandelowski and Barso (2006) was used.

Discussion and Results

This article provides a comprehensive overview of the most critical security considerations related to the Internet of Things. Companies with an IoT presence should understand and develop comprehensive monitoring. They should also provide tools to quickly identify any unusual activity on their networks. These tools should be used. Advanced detection tools leverage powerful technologies, such as machine learning and artificial intelligence algorithms, to analyze large data sets generated during normal network operations and alert administrators to deviations. By allowing organizations to respond quickly to security incidents and anticipate potential threats before they occur, layered defense mechanisms can significantly minimize the damage caused by cyberattacks.

Conclusion

The research shows that as IoT technology advances, so do the associated security risks. The increasing frequency of cyberattacks that involve exploiting a common type of IoT device to gain access and compromise the entire network has underscored the importance of IoT security. Ensuring the safety of networks that rely on IoT devices has become an essential priority. IoT security is a diverse range of techniques, strategies, protocols, and practices that aim to minimize the growing vulnerabilities posed by IoT to modern businesses. To ensure that IoT networks are protected from potential attacks, it is crucial that computer science/engineering professionals, such as researchers, scientists, and academics, stay up-to-date with the latest IoT security solutions.

A developer's focus for building a smart object should be on developing secure software and secure integration. For those deploying IoT systems, hardware security and authentication are critical measures. Similarly, for operators, keeping systems up to date, malware mitigation, auditing, infrastructure protection, and credential protection are key measures in IoT security. However, with IoT deployments, it is crucial to weigh the cost of security against the risks before committing.

Contribution of authors

All authors have participated in this research in equal proportion.

Ethical approval

There are no human subjects in this article and informed consent is not applicable.

Conflict of interest

No conflicts of interest are declared by the authors.

مطالعــات نوین در مدیریت و سازمان

سال اول، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۳ – صفحه ۷۳-۵۵

Homepage: https://www.jmsmo.ir

شناسایی مؤلفه‌های امنیت سایبری اینترنت اشیاء

سید محمدرضا داودی [۱*]، عبدالله نعمتی [۲]، طاهره صباغی [۲]

۱. دانشیار، دانشکده مدیریت، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهاقان، ایران.

۲. دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهاقان، ایران.

چکیده: هدف از این تحقیق، شناساسی مؤلفه‌های امنیت سایبری اینترنت اشیاء و احراز هویت متقابل می‌باشد. در این مقاله، با توجه به بکر و خاص بودن موضوع و گستردگی و غنی بودن تحقیق و پژوهش در این زمینه و سهولت دسترسی به منابع و از سوی دیگر مطالعه و جمع بندی تمامی مقاله‌های مرتبط از روش فراترکیب استفاده شده است. فراترکیب روشی است که با گام‌های مشخص، داده‌های نتایج حاصل از سایر مطالعات را برای پاسخگویی به هدف پژوهشگر ترکیب نموده و نتایج جدیدی به دست می‌دهد. با استفاده از الگوی سندلوسکی و بارسو، و کلید واژه‌های امنیت اینترنت اشیاء، حریم خصوصی، امنیت شبکه و احراز هویت متقابل، حدود ۶۵ مقاله خارجی و داخلی علمی پژوهشی چاپ شده از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳ و مطالب جمع آوری شده از بانک‌های اطلاعاتی خارجی و مقالات فارسی چاپ شده در مجلات و نشریه‌های علمی و پژوهشی داخل کشور از سال ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱ یافت شد که تعداد مقاله خارجی ۴۷ و مقاله داخلی ۱۸ عنوان بود. تعداد ۴۰ مقاله پس از بررسی و پالایش جهت استخراج مطالب مورد نیاز مقاله انتخاب شد که تعداد ۳۴ عنوان مقاله خارجی و تعداد ۶ عنوان مقاله فارسی انتخاب شد. از جمله مؤلفه‌های کنترل تهدید، کنترل دسترسی، کنترل فنی، حفاظت فایروال، امنیت API ، دروازه های امنیتی، احراز هویت و توکن‌ها شناسایی شد.

واژگان کلیدی: امنیت اینترنت اشیاء، حریم خصوصی، امنیت شبکه، احراز هویت متقابل.

DOI: 10.22034/jmsmo.2025.220930

دسترسی آزاد

نوع مقاله: مقاله مروری

***نویسنده مسئول:** سید محمدرضا داودی

sm.davoodi@iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۲

تاریخ انتشار: زمستان ۱۴۰۳

استناد: داودی، سید محمد رضا، نعمتی، عبدالله و صباغی، طاهره. (۱۴۰۳). شناسایی مؤلفه‌های امنیت سایبری اینترنت اشیاء. مطالعات نوین در مدیریت و سازمان، ۱(۴)، ۷۳-۵۵.

یادداشت ناشر: JMSMO درخصوص ادعاهای قضایی در مطالب منتشر شده و وابستگی‌های سازمانی بی‌طرف می‌ماند.

مقدمه

معرفی اینترنت اشیاء (IoT) که به عنوان یک فناوری حیاتی در جامعه مدرن ظهور کرده، با پیامدهای قابل توجهی برای امنیت سایبری مواجه می‌باشد. دستگاه‌های اینترنت اشیاء همه جا به هم متصل هستند و اغلب فاقد ویژگی‌های امنیتی ضروری می‌باشند. این امر اینترنت اشیاء را در برابر طیف وسیعی از حملات سایبری آسیب پذیر می‌کند.

حملات سایبری می‌توانند از این آسیب‌پذیری‌ها برای به دست آوردن داده های حساس سوء استفاده کنند و حملاتی راه اندازی کنند که سرویس (DDoS) توزیع شده و حتی کنترل زیرساخت‌های حیاتی را به دست بگیرند. یک حمله سایبری در مقیاس بزرگ به شبکه‌های اینترنت اشیاء می‌تواند عواقب شدیدی، از جمله ایجاد اختلال در خدمات ضروری و آسیب‌های اقتصادی گسترده داشته باشد.

اینترنت اشیاء یک شبکه پیچیده از دستگاه های به هم پیوسته و افراد است که با یکدیگر همکاری می‌کنند. برای نظارت و تبادل اطلاعات در مورد استفاده و شرایط محیطی این سیستم متشکل از دستگاه‌های هوشمند مجهز به سیستم‌های تعبیه شده شامل پردازنده‌ها، حسگرها و سخت افزار متصل است که اطلاعات به دست آمده را جمع آوری، انتقال و پاسخ می‌دهد. این دستگاه‌ها در محیط اطراف خود در اکوسیستم اینترنت اشیاء با درگاه اینترنت اشیاء با دستگاه مجاور دیگری برای تبادل داده‌های حسگر با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند.

گسترش دستگاه‌های اینترنت اشیاء بسیار سریع بوده و زمینه چالش‌های منحصر به فرد در مورد قابلیت همکاری دستگاه ها، حریم خصوصی داده‌ها و امنیت اینترنت اشیاء نه تنها افراد را قادر می‌سازد تا کارآمدتر زندگی و کار کنند، همچنین به آنها کمک می‌کند برای کنترل بیشتر بر زندگی خود وکسب وکارها به شدت به اینترنت اشیاء متکی باشند. با اینترنت اشیاء، سازمان‌ها می‌توانند بینش‌هایی در زمان واقعی در مورد نحوه عملکرد سیستم‌های مختلف به دست آورده و به آنها اجازه می‌دهد فرآیندها را بهینه کنند و هزینه‌های نیروی کار را کاهش دهند. علاوه بر این، اینترنت اشیاء باعث دیده شدن کسب و کارها می‌شود. هزینه‌های معاملات، تولید و حمل و نقل را کاهش و کارایی خدمات را افزایش می‌دهد.

برنامه‌های هوشمند اینترنت اشیاء که به سیستم های پیش ساخته SaaS نیز معروف هستند، مجهز به تکنیک‌های یادگیری ماشین برای تجزیه و تحلیل هستند و حجم وسیعی از داده‌های جمع آوری شده از حسگرهای به هم پیوسته را پردازش و تحلیل نموده، ارائه دیدگاه عملی به کاربران شرکت از طریق رابطها با نظارت بر KPI ها (کلید شاخص‌های عملکرد)، نرخ‌های MTBF (میانگین زمان بین شکست) و سایر معیارها در داشبوردها و هشدارهای بی‌درنگ IoT می‌توانند به شناسایی بی‌نظمی‌ها و شروع خودکار کمک کند.

یکی از بزرگترین موانع تضمین امنیت اینترنت اشیاء، تعمیرات یا اقدامات پیشگیرانه آن است. داده‌های حساس برای این دستگاه‌ها جمع می‌شوند، مانند آنچه در خانه و محل کار می‌گویید و انجام می‌دهید. اعتماد کاربران به اینترنت اشیاء به قابلیت اطمینان آن بستگی دارد. دستگاه‌های زیاد متصل به سیستم با مدیریت نادرست، از داده‌های کاربران در حالی که داده‌ها ذخیره شده و در حال انتقال است، به اندازه کافی محافظت نمی‌شود. حتی در برنامه‌های به خوبی تثبیت شده، آسیب پذیری نرم افزار به طور مداوم کشف می‌شوند. با این حال بسیاری از دستگاه‌های اینترنت اشیاء را نمی‌توان به روز کرد و به دلیل عدم حفاظت ذاتی آنها برای همیشه آسیب پذیر بوده و باعث می‌شود آنها بلاستفاده شوند.

دستگاه‌های IoT مانند روترها و دوربین‌ها به طور فزاینده‌ای مورد هدف هکرهایی قرار می‌گیرند که از آنها به عنوان بخشی از بات نت‌های عظیم و به هم پیوسته سوء استفاده می‌کنند. بر اساس برآوردهای شرکت تحلیلگر فناوری IDC

(شرکت بین المللی داده)، دیتای دستگاه هایIOT در پنج سال آینده، 79.4 ZB که برخی از این داده‌های اینترنت اشیا «فشرده و غیرعادی» خواهند بود. همانطور که توسط IDC پیش بینی شده است. این بدان معنی است که فقط شامل به روز رسانی‌های نسبتاً کوتاه مدت بوده مانند آنهایی که توسط سنسورها یا کنتورهای هوشمند ارائه می‌شوند (Das & Yashkova, 2022).

علاوه بر این، دستگاه‌هایی مانند دوربین‌های امنیتی با بینایی کامپیوتری داخلی ممکن است مقادیر زیادی داده تولید کند. مطابق با پیش بینی IDC، میزان داده‌های تولید شده توسط دستگاه‌های اینترنت اشیا (IoT) در سال‌های آتی حجم بسیار زیادی خواهد شد. این گزارش ادعا می‌کند که در حالی که پرچم دار فعلی در تولید داده، نظارت تصویری است، ولی سایر صنایع و کاربردهای پزشکی به زودی از آن سبقت خواهد گرفت و همچنین پیش‌بینی می‌شود پهپادهای متصل به هم با دوربین‌های داخلی نیز که تبدیل به یک هواپیما شوند و ابزار مهم جمع آوری داده‌ها از حسگرها، طیف گسترده‌ای از جمله صدا، تصویر، و داده‌های تخصصی و در آینده نزدیک وسایل نقلیه خودران، توسط حسگر خودرو تولید خواهد شد.

انجام یک بررسی کامل در خصوص آسیب پذیری شبکه اینترنت اشیاء اولین گام در ایجاد یک محیط IoTenabled است. با توجه به فرمت‌های داده زیاد و قابلیت‌های پردازش دستگاه‌های اینترنت اشیاء، هیچ راه‌حل امنیت سایبری «یکسان برای همه» وجود ندارد که بتواند از وسعت استقرار اینترنت اشیاء محافظت کند. در نتیجه باید تدابیری اتخاذ کنیم علاوه بر محافظت از این فناوری، فوریت این نیاز فقط در حال افزایش نیز مد نظر باشد (Alaba et al., 2017). از آنجایی که تعداد دستگاه های IoT در دسترس همچنان در حال افزایش است. به دلیل ظرفیت محدود و طراحی متنوع، دستگاه های IoT در معرض خطرات امنیتی مختلف هستند. تهدیدات بی‌سیم شبکه‌های ad hoc زمانی افزایش می‌یابند که دستگاه‌ها به صورت کنترل نشده و بالقوه مستقر می‌شوند. محیط‌های خطرناک در هت نت‌ها معمولاً حملاتی مانند فروچاله‌ها، سیاهچاله‌ها، کرم‌چاله‌ها، سیبیل‌ها، انکار سرویس DoS، جذب گره و تزریق گره مورد استفاده هکرها قرار می‌گیرد (Wani et al., 2022).

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

تحقیقات متنوعی در مورد امنیت سایبری و پروتکل‌های احراز هویت در حوزه اینترنت اشیاء توسط محققان انجام گرفته است که بخشی از آن‌ها معرفی می‌شوند: قاسمی در تحقیقی در حوزه اینترنت اشیاء مرکز تحقیقات مخابرات ایران (پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات) پروژه‌هایی را برای بررسی پیاده‌سازی فناوری اینترنت اشیاء و امنیت آن در ایران انجام داده است. یکی از این پروژه‌ها با عنوان «تدوین کسب و کار اینترنت اشیا در کشور» انجام شده است. در این پروژه بر اساس تجربیات کشورهای مختلف در حوزه‌های حاکمیت، کسب و کار، کاربردها و فناوری ها مطالعات اولیه صورت گرفت و نقشه راه ایران با هدف استفاده از فناوری‌های نوین نظیراینترنت اشیاء برای افزایش رفاه اقتصادی،کیفیت زندگی و حفاظت از محیط زیست برای رسیدن به چشم انداز اقتصادی۱۴۰۴تعیین شده است (Roohollah., 2015).

ارکیان و همکاران در تحقیق انجام گرفته نشان می‌دهند که علیرغم تحقیقات صورت گرفته مرتبط با اینترنت اشیاء و امنیت آن، حملات مختلفی معرفی می‌شود که فضای این مفهوم و فناوری‌های مرتبط با آن را درگیر کرده است. نتایج نشان می‌دهد اقدامات متقابل صرفاً واکنشی است. اگرچه این مسائل به خاطر محدودیت‌های نظارتی در حال تغییر است، اما با این حال تأیید مراکز دولتی به معنای امنیت نخواهد بود. مسئله امنیت در اینترنت اشیاء را می‌توان مهم‌ترین چالش توسعه این فناوری در نظر گرفت. در این رابطه استانداردهای مختلفی در حال توسعه است ولی همچنان نیازمندی‌های امنیتی اینترنت اشیاء و حتی مخاطرات آن به خوبی شناسایی و تحلیل نشده است. با بررسی مقالات و کتابهایی که در حوزه امنیت اینترنت اشیا ارائه شده‌اند. می‌توان دریافت که امنیت باید در تمام سطوح بسته‌ها و سرویس‌ها نیز در نظر گرفته شود. بنابراین، در تمام مراحل توسعه سیستم، ویژگی‌های امنیتی وجود خواهند داشت. به این نوع توسعه امنیت، رویکرد «دفاع در عمق» گفته می‌شود. این رویکرد، امنیت را در دل شبکه اینترنت اشیاء گنجانده و به سازمان‌ها و شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا با درگیر کردن مهاجمین به صورت متقابل، زمان بیشتری برای دفاع از منابع خود داشته باشند (Arkian, 2015).

رهنورد و محمدیان در تحقیقی، سیستم مدیریت دانش را سیستمی برای پوشش فرایند خلق، جمع‌آوری، سازماندهی، اشاعه وکاربرد دانش در سازمان یا هنر خلق ارزش از دارایی‌های نامشهود سازمان معرفی کردند و حمایت مدیر ارشد، الگوگیری، معماری دانش، درگیری افراد، زیرساخت سیستم‌های اطلاعاتی، راهبرد و اهداف، سنجش دانش، زیرساخت سازمانی، آموزش، منابع انسانی، ایجاد انگیزه، فرهنگ سازمان وکارتیمی را عوامل پایه‌ای برای موفقیت هر سیستم مدیریت دانش می‌دانند (Rahnavard, 2015).

آلامر و همکاران در بررسی پیرامون پروتکل احراز هویت متقابل RFID[1] بر اساس رمز نگاری منحنی بیضوی ECC[2] برای اینترنت اشیاء به منظور حذف تهدیدات امنیتی ناشی از کانال آسیب‌پذیر بین بارکدها و قرائت گرها ارائه دادند. علاوه بر این، از پرتکل مبادله کلید ECDH[3] برای تولید کلید موقتی اشتراکی برای رمز نگاری پیام‌های جدید انتقال داده شده استفاده می‌کند. تحلیل امنیتی پروتکل پیشنهادی نشان می‌دهد که پروتکل پیشنهادی ویژگی‌های امنیتی مانند احراز هویت متقابل، ناشناس بودن، امنیت پیشرو، حریم خصوصی مکان را تضمین می‌کند و همچنین در مقابل حملات جعل هویت، تکرار مقاوم می‌باشد (Alamr et al., 2018).

کالرا و همکاران طی تحقیقی پیرامون پروتکل احراز هویت متقابل برای دستگاه‌های تعبیه شده و سرورهای ابری بر اساس رمزنگاری منحنی بیضوی پیشنهاد کردند. پروتکل پیشنهادی، احراز هویت بین دستگاه‌ها و خدمات دهنده ابری را با استفاده از کوکی‌های HTTP تضمین می‌کند. این پروتکل نیازمندی‌های امنیتی احراز هویت متقابل، محرم بودن، ناشناس بودن و امنیت پیشرو را تضمین می‌کند و در برابر حملات امنیتی مانند حمله مکرر و سرقت کوکی، استراق

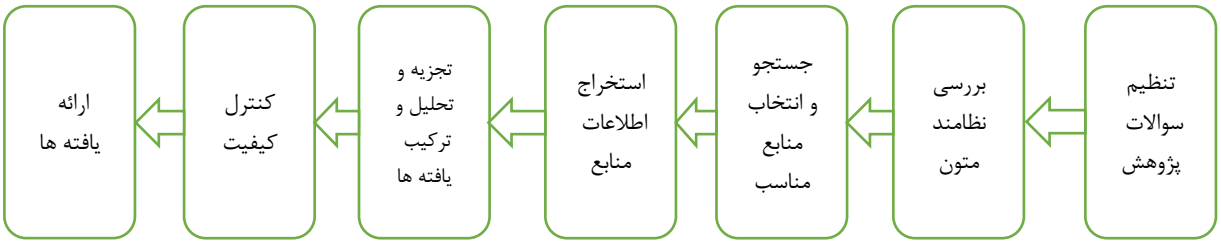
[1] Radio-Frequency Identification
[2] Elliptic Curve Cryptography
[3] Elliptic Curve Diffie-Hellman

سمع، جستجوی فراگیر، دیگشنری برون خط و حمله نشت تصدیق کننده مقاوم می‌باشد. الگوریتم‌های رمز نگاری مبتنی بر منحنی بیضوی، راه حل‌های امنیتی بهتری در مقایسه با دیگر الگوریتم‌های رمز نگاری کلید عمومی (PKC[1]) به‌علت کلید کوچکتر و محاسبات کاراکتر ارائه می‌کنند و برای محیط‌هایی با دستگاه‌های منبع محدود از نظر حافظه و قدرت پردازشی بسیار مناسب هستند (Kalra & Sood, 2015).

کمیسا و همکاران طی تحقیقی پیرامون پروتکلی، پیشنهاد دادند که با توجه به گسترش اینترنت اشیاء درهای زیادی را به سمت کاربردهای مختلف خواهد گشود. شبکه‌های حسگر بی سیم WSN به عنوان یکی از واقعی‌ترین و مؤثرترین کاربردهای شبکه اینترنت اشیاء می‌باشند. این تحقیق بر روی تعامل بین گره حسگر با کاربر راه دور متمرکز شده و یک پروتکل سبک وزن برای این محیط‌های منبع محدود ارائه می‌دهد. پروتکل پیشنهادی این امکان را فراهم می‌کند که گره حسگر و کاربر راه دور به یک روش امن یکدیگر را احراز هویت کنند. پروتکل پیشنهادی از رشته اعداد تصادفی، عملیات XOR و HMAC[2] برای بررسی یکپارچگی پیام های مبادله شده استفاده می‌کند. تحلیل امنیتی نشان می‌دهد پروتکل پیشنهادی در مقابل انواع حملات مقاوم بوده و بسیاری از نیازمندی‌های امنیتی را برآورده می‌کند (Khemissa & Tandjaoui, 2016).

روش پژوهش

این پژوهش از نظر هدف مروری و بر اساس شیوه گردآوری داده‌های پژوهش از نوع اسنادی – فراترکیب است. در پژوهش حاضر جامعه آماری شامل پژوهش‌های پیشین (مقالات، طرح ها و پایان‌نامه‌ها در زمینه امنیت اینترنت اشیاء) در بررسی‌های انجام شده ۶۵ مقاله و پژوهش انتخاب شد. در این پژوهش، از روش هفت مرحله‌ای فراترکیب سندلوسکی و بارسو[3](۲۰۰۶) استفاده شده است. که مراحل آن به‌شرح نمودار شماره ۱ می‌باشد.



نمودار ۱. روش سندلوسکی و بارسو (Chenail, 2009)

[1] Public Key Cryptography
[2] Hash-based Message Authentication Code
[3] Sandelowski & Barroso

یافته‌های پژوهش

گام نخست: تنظیم پرسش‌های پژوهش

نخستین گام در روش فراترکیب، تنظیم پرسش‌های فرا ترکیب است. این پرسش‌ها عموماً براساس چهار پارامتر چه چیزی، چه کسی، چه زمانی، و چگونه، قابل تنظیم است. در گروه‌بندی و تحلیل ابعاد امنیت سایبری اینترنت اشیاء مورد سؤال قرار گرفته است.

جدول ۱. پرسش‌های پژوهش (Chenail, 2009)

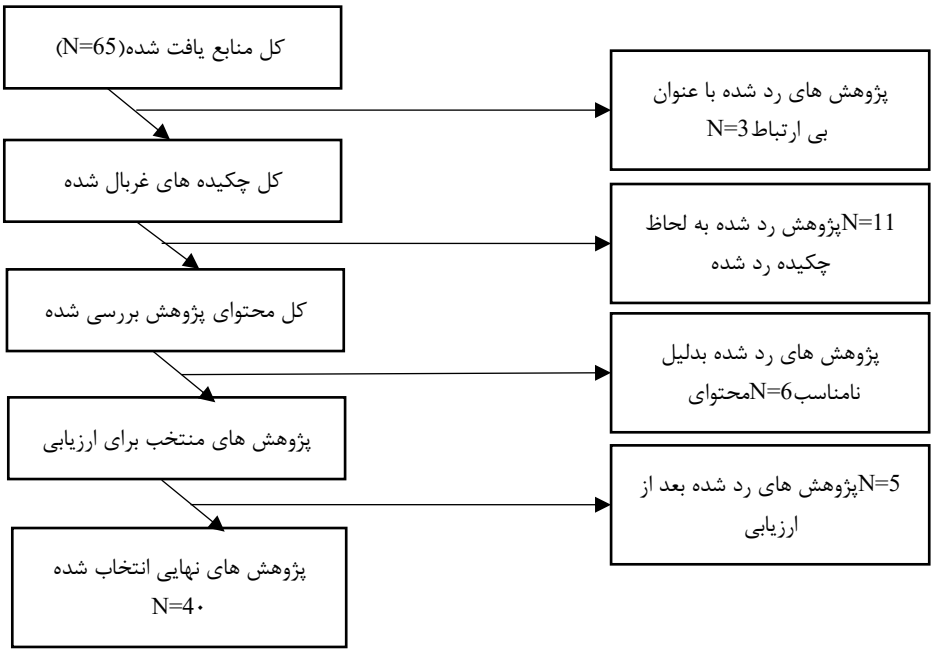
پارامتر	پرسش پژوهش
چه چیزی(What)	مقوله زیربنایی امنیت سایبری IOT کدامند؟
چه کسی(Who)	چه افرادی در بررسی امنیت IOT نقش آفرین هستند؟
محدوده زمانی(When)	انتخاب آثار موجود در محدوده زمانی ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱ شمسی و ۲۰۱۴ت۲۰۲۳
چگونه(How)	مقوله های امنیت سایبریIOT چه ارتباطی با یکدیگر دارند؟

گام دوم: بررسی نظام‌مند متون

روش تحقیق در این مقاله با توجه به تخصصی بودن موضوع و فراگیر نبودن تکنولوژی اینترنت اشیاء، از روش فرا ترکیب با الگوی سندلوسکی و بارسو و مطالعات مروری چالش‌ها و کاربردها و با استفاده از کلید واژه‌های امنیت اینترنت اشیاء، حریم خصوصی، امنیت شبکه و احراز هویت متقابل، تعداد حدود ۶۵ مقاله خارجی و داخلی علمی پژوهشی چاپ شده از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳ و مطالب جمع‌آوری شده از بانک‌های اطلاعاتی، CINAHL، ScienceDIRECT , Google Scholar و ... و مقالات فارسی چاپ شده در مجلات و نشریه‌های علمی و پژوهشی داخل کشور از سال ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱ یافت شد که تعداد مقاله خارجی ۴۷ و مقاله داخلی ۱۸ عنوان بود و تعداد ۳۴ عنوان مقاله خارجی و تعداد ۶ عنوان مقاله فارسی انتخاب شد.

گام سوم: جستجو و انتخاب متون مناسب

در ادامه با استفاده از روش CASP با شروط کیفی، هر مقاله به لحاظ کیفی مورد ارزیابی قرار گرفت. هریک از مقالات وزن دهی و امتیاز بندی شده و مقالاتی که مجموع امتیاز ۲۵ به بالا شود به لحاظ کیفی مورد تأیید و بقیه حذف شدند. فرآیند بازبینی در این تحقیق بطور خلاصه در نمودار شماره ۲ نشان داده می‌شود.



نمودار ۲. فرآیند بازبینی و انتخاب (Source:By author)

گام چهارم: استخراج اطلاعات پژوهش

در این پژوهش، اطلاعات پژوهش‌ها در جدول ۲ دسته بندی شد. این جدول شامل اطلاعات زیر می‌باشد: اطلاعات شناسنامه‌ای پژوهش (عنوان، نام و نام خانوادگی پدید آورندگان و سال انتشار، اطلاعات روش کلیدی (روش و هدف پژوهش)، اطلاعات یافته‌های اصلی (نتایج و یافته‌های پژوهش).

جدول ۲. اطلاعات مقالات داخلی و خارجی منتخب (Source:By author)

ردیف	نویسنده/سال انتشار	هدف پژوهش	روش پژوهش	نتایج پژوهش
۱	Gholichi, 2016	تهدیدات امنیتی در اینترنت و روشهای مقابله با آن	www.gartner.com پیش بینی	تخمین بیش از ۲۵٪ حملات سایبری روی تجهیزات اینترنت اشیاء
۲	Hussein & Nhlabatsi, 2022	ویژگی های DBMS اینترنت اشیاء	مطالعات مروری و تحقیقات میدانی	استفاده از پروتکل های رمز گذاری و رمز گشایی روی پلتفرم ها برای حفاظت از داده ها و اطلاعات
۳	Agrawal et al., 2019	حفتظت و امنیت داده‌ها	تحقیقات و مطالعات مروری	جلوگیری از تخریب داده ها از طریق محدودیت دسترسی غیرمجاز
۴	Scott, 2017	چگونه دستگاه های IoT خود را از بات نت ها و سایر تهدیدات ایمن کنیم	تحقیقات و مطالعات مروری	نقص در تجهیزات ذخیره سازی دادهها، خطاهای انسانی، حملات ویروسی، خطاهای نرم افزاری

ردیف	نویسنده/سال انتشار	هدف پژوهش	روش پژوهش	نتایج پژوهش
۵	Fei, 2016	امنیت و حریم خصوصی در مدل‌ها، الگوریتم‌ها و پیاده‌سازی اینترنت اشیا (IoTs)	مطالعات مروری و کتابخانه‌ای	امنیت حریم خصوصی، اصلی ترین چالش امنیت IOT و حفاظت از آن بروش های امنیتی بایستی مورد توجه قرار گیرد.
۶	Moaveni, 2016	چگونگی تأمین امنیت دستگاههای متصل به اینترنت و مقابله با تهدیدات	تحقیقات و مطالعات مروری	دستگاهها برای تصدیق در برابر سیستمهای دیگر نیاز به یک شناسه منحصر به فرد و کلمه عبور دارند
۷	Biplob, 2014	چارچوب امنیتی RFID مقیاس پذیر و پروتکل IOT پشتیبانی از	تحقیقات و مطالعات مروری	پیشنهادرویکرد ترکیبی که با استفاده از بازرسی دستی امنیت به همراه فناوری ردیابی و مدیریت اشیاء امکان پذیر خواهد شد
۸	Lu & Da, 2103	تحقیق امنیت سایبری اینترنت اشیا: مروری بر موضوعات تحقیقاتی جاری	تحقیقات کتابخانه‌ای	استفاده از فن آوری بلاکچین برای افزایش امنیت مبتنی بر محدود کردن دسترسی به اپلکیشن ها
۹ و ۱۰	Matheu et al., 2020; Nam & Sukhomlin, 2023	در مورد امنیت سایبری سیستم های اینترنت اشیاء - بررسی صدور گواهینامه امنیت سایبری برای اینترنت اشیا	مطالعه مروری و کتابخانه‌ای	آنالیز ارائه الگوی کاربری از طرف اشیا هوشمند و ایمن سازی برای جلوگیری از آسیبهای ناشی از حملات هکرها و هزینه های مربوط به باز یابی داده ها و تحلیل پیشگیرانه در اینترنت اشیاء
۱۱ و ۱۲	Seoane et al., 2022; Tsai et al., 2022	ارزیابی عملکرد CoAP و MQTT با پشتیبانی امنیتی برای IoT - مکانیسم به‌روزرسانی خودکار کلید برای ارتباطات سبک وزن M2M و افزایش امنیت اینترنت اشیا	مطالعه موردی CoAP با استفاده از کتابخانه Libcoap	قابلیت همکاری بین دستگاه های IOT و شبکه های ارتباطات آنها با استفاده ازکلید برنامه لایه بین فعالیت های IoT و دستگاه واسطه و روشی کاربردی و بهینه برای انتقال داده ها به شبکه و تعیین کاربرد محدودیت پروتکل (CoAP)
۱۳ و ۱۴	Park et al., 2018	بر اساس MQTT یک SDN Multicast IoT / بهره برداری مبتنی بر MQTT از آسیب پذیری‌های امنیتی IoT در شبکه های ZigBee	مطالعه موردی و کتابخانه‌ای	انتقال تله متری پیام
۱۵	Venkatraman & Overmars, 2019	روش جدید حملات مبتنی بر فاکتورسازی اولیه به احراز هویت RSA در اینترنت اشیاء بروش رمزنگاری	مطالعات کتابخانه‌ای	انتقال اطلاعات در CoAP از طریق UDP
۱۶ و ۱۷	Hung & Hsu, 2018; Sreekanth & Jeyachitra, 2022	تجزیه و تحلیل نیاز مصرف AES FOR برق و محاسبه WSN IoT / پیاده سازی AES کارآمد منطقه با استفاده از FPGA برای برنامه های IOT	آیین نامه استانداردسازی مصرف برقIOT	(Rivest-Shamir-Adleman) ، AES-RSA (استاندارد پیشرفته استاندارد رمزگذاری)

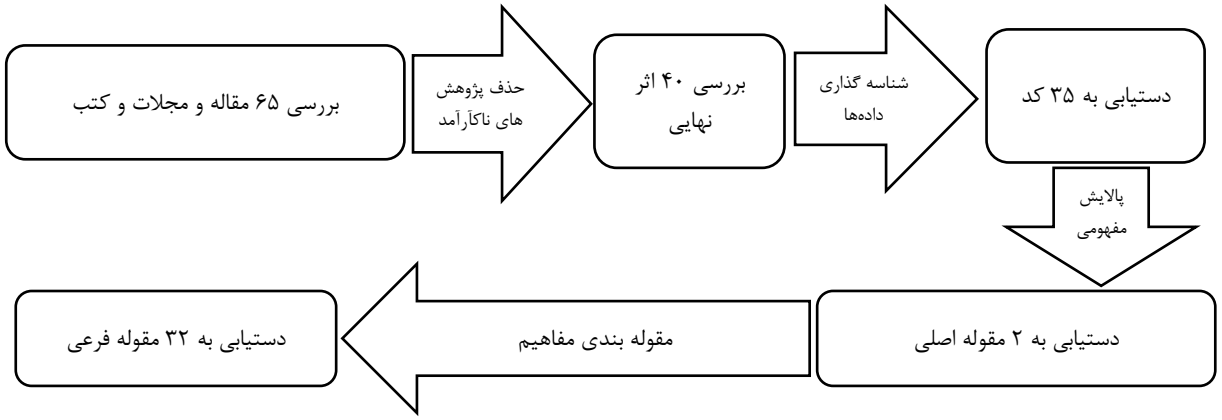
ردیف	نویسنده/سال انتشار	هدف پژوهش	روش پژوهش	نتایج پژوهش
۱۸ و ۱۹	Debroy et al., 2019; Vaclavova et al., 2022	IoT پیشنهاد راه حل دستگاه بر اساس مفهوم صنعت حسگرها / مسیریابی کارآمد انرژی با آگاهی از طیف IoT برای ارتباطات دستگاه به دستگاه.	تحقیق و مطالعه کتابخانه ای	MQTT به عنوان یک سیستم پیام انتشار/اشتراک / MQTT یک گزینه عالی برای شبکه های بی سیم / پشتیبانی پروتکل MQTT دارای قابلیت امنیتی TLS
۲۰	Yu & Park, 2021	طراحی و پیاده سازی دستگاه لبه IoT برای جمع آوری داده های ماشین ناهمگن	مطالعات کتابخانه ای	ایجاد اختلال در گره ها با اعمال تغییرات در آنها / تحت کنترل گرفتن کامل گره ها / آسیب زدن به اکسپلورر و کاهش سطح دسترسی
۲۱	Pappalardo & Virdis, 2022	یک پروکسی M۲LWM مبتنی بر لبه اینترنت اشیاء آگاه از QoS /	مطاله و تحقیق کتابخانه ای	اصطلاح "تزریق وابستگی" برای ایجاد برنامه های کابردی نرم افزاری / هنگامی که یک دشمن گره های جعلی را به یک شبکه کامل تزریق می کند، این تزریق به عنوان گره جعلی شناخته می شود.
۲۲ و ۲۳	Agrawal et al., 2019; Che et al., 2020	مکانیسم تخمین گره کلیدی بر اساس نمودار حمله برای امنیت اینترنت اشیاء / تشخیص حمله ضبط گره در شبکه های حسگر بی سیم. سیستم IEEE	تحقیقات و مطالعات کتابخانه ای	گرفتن یک گره و استخراج بعدی آن از داده های رمزگذاری شده ، فریب گره های ناشناس یا تغییر با پخش مجدد سیگنال ها
۲۴ و ۲۵	Alharbi et al., 2022; Kim & Suh, 2021	استراق سمع آسیب‌پذیری و اقدامات متقابل در ارتباطات IoTمادون قرمز برای حسگرها/ حمله دستگاه‌های پروفایل به دستگاه های اینترنت اشیاء مبتنی بر با استفاده از استراق WiFi سمع	مطالعات کتابخانه ای	حملات جذب گره اینترنت اشیاء ، از جمله جعل، پارازیت، سازش فیزیکی، حمله زنجیره تامین، حمله سیستم عامل و بدافزار. حملات مبتنی بر اینترنت اشیا استراق سمع. عدم رمزگذاری، نرم افزار یا سخت افزار قدیمی ، آلودگی به بدافزار یا ترکیبی
۲۶ و ۲۷	Abbasi et al., 2022; Yoon, 2020	بهبود نرخ تشخیص حمله فروچاله از طریق قانون مشخصات مبتنی بر دانش برای تکنیک تشخیص نفوذ حمله فروچاله	مطالعات کتابخانه ای	به خطر افتادن یکپارچگی بعلت تزریق بد افزار و ایجاد شرایط سرقت اطلاعات و داده ها و آسیب پذیز بودن دستگاه های اینترنت اشیاء / حملات انکار سرویس، مانند TDA
۲۸ و ۲۹	Kareem et al., 2023; Zeng et al., 2022	استفاده از توزیع پواسون برای تقویت تشخیص حمله LDoS NB-IoTمبتنی بر CNN.	در مجموعه مقالات کنفرانس IEEE 2022 در مورد محاسبات قابل اعتماد و ایمن	انواع حمله (DDoS) با ارائه مکرر درخواست های نامشخص پروتکل انتقال ابر متن (HTTP) اشکال مختلف حمله . (Slowloris) از جمله سیلHTTP ، سیل SYN، تقویت DNS، SQLi، حمله درخواست اکو ICMP

ردیف	نویسنده/سال انتشار	هدف پژوهش	روش پژوهش	نتایج پژوهش
۳۰ و ۳۱	An & Cho, 2022; Shiranzaei, 2018	بهبود نرخ تشخیص حمله فروچاله از طریق قانون مشخصات مبتنی بر دانش برای تکنیک تشخیص نفوذ حمله فروچاله اینترنت اشیا. بین المللی / رویکردی برای کشف فروچاله و حمله هدایت انتخابی در اینترنت اشیاء	مطالعات کتابخانه ای	حمله حفره امنیتی (DNS پیکربندی شده) حملات جایگزین ، مانند حملات ضبط گره ، تصدیق حمله باز پخش تایید، و جداول مسیریابی حذف شده یا تغییر یافته../ اختلال در ارتباطات. IP بسته های داده ها و رمز عبور
۳۲	Vaclavova et al., 2022	دیدگاه تحلیل بازار	مطالعه میدانی	افزایش حجم داده های اینترنت اشیاء
۳۳	Alaba et al., 2017	امنیت اینترنت اشیاء	مطالعه کتابخانه ای	بررسی کامل آسیب پذیری اینترنت اشیاء اولین گام امنیت می‌باشد
۳۴	Wani et al., 2022	یک رویکرد جدیدبرای ایمن سازی داده ها در برابر دشمن	مطالعه کتابخانه ای	بررسی حملات در محیط های هت نت ها مانند فروچاله ها و سیاه چاله ها و کرم چاله ها و اکار سرویس
۳۵	Rahnavard, 2015	سیستم مدیریت دانش جهت پوشش فرآیند خلق،سازماندهی،اشاعه و کابرد دانش	مطالعه کتابخانه ای	سیستم مدیریت دانش پوشش فرایند خلق، جمع آوری، سازماندهی، اشاعه وکاربرد دانش درسازمان یا هنرخلق ارزش دارایی های نامشهود
۳۶	Roohollah., 2015	حاکمیت اینترنت اشیاء	مطالعه کتابخانه ای	بررسی پیاده سازی فناوری اینترنت اشیاء و امنیت آن
۳۷	Arkian, 2015	امنیت و حریم خصوصی در اینترنت اشیاء	مقاله علمی ترویجی	امنیت اینترنت اشیاء بعنوان چالش اساسی در زمینه توسعه فرآیند فوق
۳۸	Alamr et al., 2018	احراز هویت متقابل	مجله علمی تحقیقاتی	بکارگیری پروتکل احراز هویت متقابل RFID بر مبنای رمز نگاری منحنی بیضوی
۳۹	Kalra & Sood, 2015	طرح امنیت با سرویس ابری	مجله موبایل و سرویس های ابری	پروتکل احراز هویت متقابل با استفاده از رمز نکاری منحنی و کوکی HTTP
۴۰	Khemissa & Tandjaoui, 2016	یک طرح جدید احراز هویت سبک وزن در شبکه های بی سیم ناهمگن در زمینه اینترنت اشیاء	مقاله سمپوزیوم مخابرات	معرفی شبکه های حسگر بیسیم WSN بعنوان واقعی ترین و موثرترین کاربردهای شبکه اینترنت اشیاء

گام پنجم: تجزیه و تحلیل یافته‌های کیفی

پژوهشگر در طول تجزیه و تحلیل، موضوعاتی را جستجو می‌کند که در میان مطالعه‌های موجود در فراترکیب پدیدار شده است. این مورد به عنوان (بررسی موضوعی) شناخته می‌شود. به محض اینکه موضوع‌ها شناسایی و مشخص شد، بررسی کننده، طبقه‌بندی را شکل می‌دهد و طبقه‌بندی‌های مشابه و مربوط را در موضوعی قرار می‌دهد که آن را به بهترین گونه توصیف می‌کند. موضوع‌ها اساس و پایه ایجاد توضیحات، الگوها و نظریه‌ها یا فرضیات را ارائه می‌کند. در

این پژوهش، ابتدا تمام عوامل استخراج شده از مطالعه‌ها به عنوان شناسه در نظر گرفته، و سپس با در نظر گرفتن معنای هر یک از آنها، شناسه‌ها در مفهومی مشابه تعریف شده؛ سپس مفاهیم مشابه در مقولات تبیین کننده و دسته‌بندی گردید تا به این ترتیب محورهای تبیین کننده امنیت اینترنت اشیاء در مقوله‌های اصلی و فرعی پژوهش شناسایی شود. در پژوهش از فرآیند روش CASP یا Critical Appraisal Skills Program به معنای برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی، ابزاری برای ارزیابی کیفیت مطالعات اولیه پژوهش‌های کیفی استفاده شده است.



نمودار ۳. الگوریتم خروجی کنترل کیفیت شاخص های پژوهش (Source:By author)

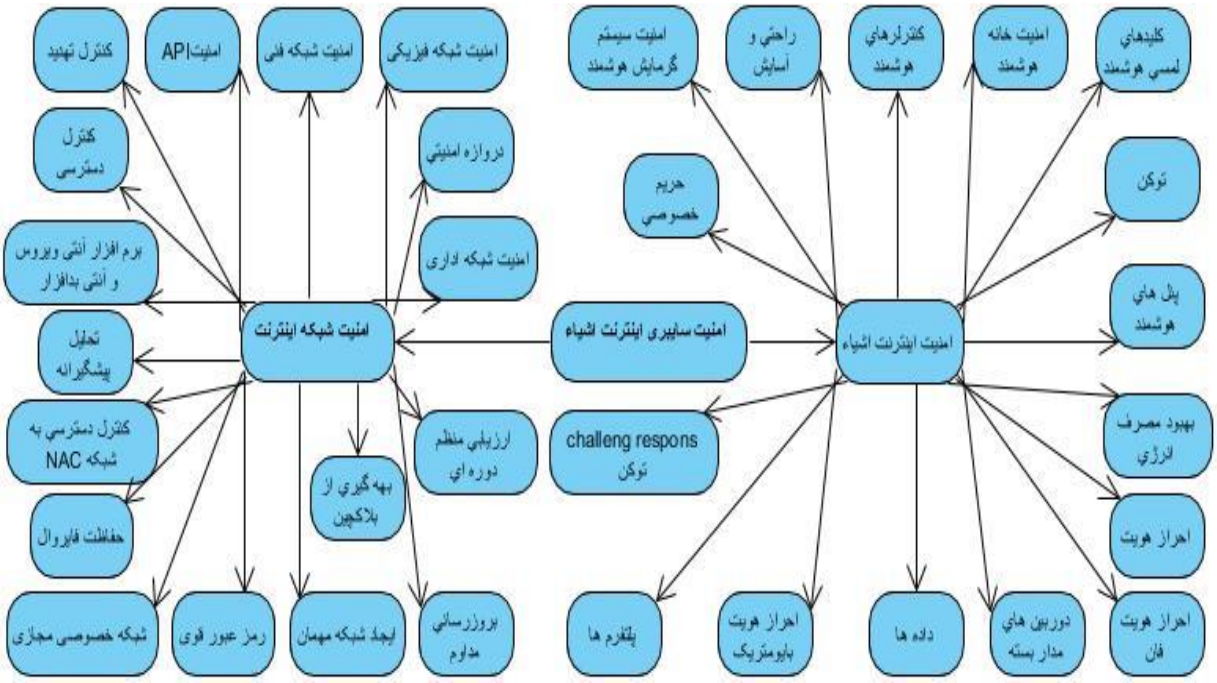
گام هفتم: در این مرحله از روش فراترکیب، یافته‌های مراحل قبل ارائه می‌شود. در ادامه به شناسایی شاخص‌های پژوهش پرداخته می‌شود. در این مرحله از کد گذاری، مقوله‌های اصلی و فرعی پژوهش مشخص شدند.

جدول۳. نتایج حاصل از مطلعه و بررسی امنیت سایبری اینترنت اشیاء (Source:By author)

مؤلفه‌های امنیت سایبری اینترنت اشیاء	۱- کنترل تهدید
	۲- کنترل دسترسی
	۳- امنیت شبکه فنی
	۴- امنیت شبکه فیزیکی
	۵- امنیت شبکه اداری
مؤلفه‌های امنیت شبکه اینترنت	۶- نرم افزار آنتی ویروس و آنتی بد افزار
	۷- حفاظت فایروال
	۸- شبکه خصوصی مجازی
	۹- امنیت API
	۱۰- رمز عبور قوی
	۱۱- ایجاد شبکه‌های مهمان
	۱۲- بروز رسانی مداوم
	۱۳- بهره‌گیری از بلاکچین
	۱۴- ارزیابی منظم دوره‌ای
	۱۵- تحلیل پیشگیرانه
	۱۶- کنترل دسترسی به شبکه NAC

مؤلفه‌های امنیت اینترنت اشیاء	۱۷- دروازه‌های امنیتی
	۱۸- امنیت سیستم گرمایش هوشمند
	۱۹- راحتی و آسایش
	۲۰- کنترلرهای هوشمند
	۲۱- امنیت خانه هوشمند
	۲۲- پنل‌های هوشمند
	۲۳- بهبود مصرف انرژی
	۲۴- دوربین‌های مدار بسته
	۲۵- داده‌ها
	۲۶- پلتفرم‌ها
	۲۷- حریم خصوصی
	۲۸- احراز هویت
	۲۹-توکن‌ها
	۳۰- توکن‌های CHALLENGE RESPONSE
	۳۱- احراز هویت بایومتریک
	۳۲- احراز هویت فان

از شاخص‌های استخراج شده از متون مقالات مرتبط، با حذف شاخص‌های هم معنی و پرتکرار و در نهایت با مقوله و دسته بندی شاخص‌های نهایی، ۲مقوله اصلی و ۳۲ مقوله فرعی حاصل شد که در نمودار شماره ۴ مدل نهایی تحقیق مشخص گردید.



نمودار ۴. مدل نهایی تحقیق (Source:By author)

بحث و نتیجه گیری

این تحقیق نشان می‌دهد که با پیشرفت فناوری اینترنت اشیاء، خطرات امنیتی مرتبط با آن نیز افزایش می‌یابد. فرکانس فزاینده حملات سایبری که شامل بهره برداری از یک نوع معمولی است دستگاه اینترنت اشیاء برای دسترسی و به خطر انداختن کل شبکه بر اهمیت امنیت اینترنت اشیا تأکید کرده است. اطمینان از ایمنی شبکه‌هایی که به دستگاه‌های اینترنت اشیاء متکی هستند، تبدیل شده است. یک اولویت ضروری امنیت اینترنت اشیاء طیف متنوعی از تکنیک‌ها، استراتژی‌ها، پروتکل‌ها و اقداماتی که با هدف به حداقل رساندن آسیب پذیری‌های رو به رشد ناشی از اینترنت اشیاء به کسب و کارهای مدرن برای اطمینان از اینکه شبکه‌های اینترنت اشیاء در برابر حملات احتمالی محافظت می‌شوند، بسیار مهم است که متخصصان علوم کامپیوتر/مهندسی، مانند محققان، دانشمندان، و دانشگاهیان، با آخرین راه حل‌های امنیتی اینترنت اشیا به روز باشند.

این مقاله مروری جامع از حیاتی‌ترین ملاحظات امنیتی مرتبط با اینترنت اشیا ارائه می‌دهد. شرکت‌های دارای اینترنت اشیاء باید نظارت جامع را درک کرده و توسعه دهند. همچنین، ابزارهایی برای شناسایی سریع هرگونه فعالیت غیرعادی در شبکه‌های خود فراهم نمایند. این ابزار باید استفاده شود ابزارهای تشخیص پیشرفته با بهره‌برداری از فناوری‌های توانمند، مانند یادگیری ماشین و الگوریتم‌های هوش مصنوعی، برای تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های بزرگ تولید شده در طول عملیات عادی شبکه و هشدار به مدیران از انحراف از معیار، با اجازه دادن سازمان‌ها برای واکنش سریع به حوادث امنیتی و پیش بینی تهدیدات احتمالی قبل از وقوع، مکانیسم‌های دفاعی متمرکز بر لایه‌ای می‌توانند به طور قابل توجهی موارد آسیب‌های ناشی از حملات سایبری را به حداقل برسانند.

امنیت شبکه برای هر سازمانی که با داده‌ها و سیستم‌های شبکه کار می‌کند، باید اولویت بالایی داشته باشد. علاوه بر محافظت از دارایی‌ها و یکپارچگی داده‌ها در برابر سوء استفاده‌های خارجی نیز امنیت شبکه بسیار مهم است. امنیت شبکه همچنین می‌تواند ترافیک شبکه را به‌طور مؤثرتری مدیریت کند، عملکرد شبکه را بهبود بخشد و از اشتراک امن داده‌ها بین کارمندان و منابع داده اطمینان حاصل کند. ابزارها، برنامه‌ها و برنامه‌های کاربردی زیادی وجود دارند که می‌توانند به شما کمک کنند تا شبکه‌های خود را از حملات و خرابی‌های غیرضروری ایمن کنید. روش‌های امنیتی اینترنت اشیاء بسته به کاربرد خاص اینترنت اشیاء و جایگاه شما در اکوسیستم اینترنت اشیاء متفاوت است. به‌عنوان مثال، تولیدکنندگان اینترنت اشیاء – از تولیدکنندگان محصول گرفته تا شرکت‌های نیمه‌رسانا – باید از همان ابتدا بر روی ایجاد امنیت اینترنتIOT ، ساخت سخت‌افزار، ساخت سخت افزار ایمن، اطمینان از ارتقای امن، ارائه به‌روزرسانی‌ها وصله‌های میان‌افزار و انجام تست‌های پویا تمرکز کنند. تمرکز یک توسعه‌دهنده برای ساخت یک اشیا هوشمند باید بر روی توسعه نرم‌افزار ایمن و یکپارچه‌سازی ایمن باشد. برای کسانی که سیستم‌های اینترنت اشیاء را به کار می‌گیرند، امنیت سخت‌افزار و احراز هویت از اقدامات حیاتی هستند. به همین ترتیب، برای اپراتورها، به‌روز نگه‌داشتن سیستم‌ها، کاهش بدافزار، ممیزی، حفاظت از زیرساخت‌ها و حفاظت از اعتبارنامه‌ها در امنیت اینترنت اشیاء از اقدامات کلیدی است. با این حال، با استقرار اینترنت اشیاء، سنجیدن هزینه امنیت در برابر خطرات قبل از اجرا بسیار مهم است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان به نسبت سهم برابر در این پژوهش مشارکت داشته‌اند.

تأیید اخلاقی

هیچ موضوع انسانی در این مقاله وجود ندارد و رضایت آگاهانه قابل اعمال نیست.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References

Abbasi, M., Plaza-Hernandez, M., Prieto, J., & Corchado, J. M. (2022). Security in the Internet of Things Application Layer: Requirements. *Threats, and Solutions. IEEE Access*(10), 97197–97216.

Agrawal, S., Das, M. L., & Lopez, J. (2019). Detection of Node Capture Attack in Wireless Sensor Networks. *IEEE Syst. J.*(13), 238–247.

Alaba, F. A., Othman, M., Hashem, I. A., & Alotaibi, F. (2017). Internet of Things security: A survey. *J. Netw. Comput. Appl.*(88), 10–28.

Alamr, A. A., Kausar, F., Kim, J., & Seo, C. (2018). A secure ECC-based RFID mutual authentication protocol for internet of things. *The Journal of Supercomputing*, *74*, 4281-4294.

Alharbi, I. A., Almalki, A. J., Alyami, M., Zou, C., & Solihin, Y. (2022). Profiling Attack on WiFi-based IoT Devices using an Eavesdropping of an Encrypted Data Frames. *Adv. Sci. Technol. Eng. Syst. J.*(7), 49–57.

An, G. H., & Cho, T. H. (2022). Improving Sinkhole Attack Detection Rate through Knowledge-Based Specification Rule for a Sinkhole Attack Intrusion Detection Technique of IoT. *Int. J. Comput. Netw. Appl.*(9), 169.

Arkian, H. (2015). Security and Privacy in the Internet of Things. *Bi-quarterly scientific-promotional journal, Herald of Security in the Space of Information Production and Exchange (AFTA)*, *4*. [In Persian]

Biplob, R. (2014). Scalable RFID security framework and protocol supporting Internet of Things. *Journal of Computer Networks*.

Che, B., Liu, L., & Zhang, H. (2020). KNEMAG: Key Node Estimation Mechanism Based on Attack Graph for IoT Security. *J. Internet Things*(2), 145–162.

Chenail, R. J. (2009). Bringing Method to the Madness: Sandelowski and Barroso's Handbook for Synthesizing Qualitative Research. *The Qualitative Report*, *13*(4), 8-12. https://doi.org/10.46743/2160-3715/2009.2820

Das, A., & Yashkova, O. (2022). Market Analysis Perspective: Worldwide Internet of Things. *Infrastructure and the Intelligent Edge. (IDC) from IDC: The Premier Global Market Intelligence Company*. https://www.idc.com/etdoc.jsp?containerId=US49735922

Debroy, S., Samanta, P., & Bashir, A. (2019). Chatterjee, M. SpEED-IoT: Spectrum aware energy efficient routing for device-to-device IoT communication. *Future Gener. Comput. Syst.*(93), 833–848.

Fei, H. (2016). Security and Privacy in Internet of Things (IoTs) Models. *Algorithms, and Implementations*, 144.

Gholichi, H. (2016). Security Threats on the Internet and Methods of Counteracting Them. *Inajafy*. [In Persian]

Hung, C. W., & Hsu, W. T. (2018). Power Consumption and Calculation Requirement Analysis of AES for WSN IoT. *Sensors*(18), 1675.

Hussein, N., & Nhlabatsi, A. (2022). Living in the Dark: MQTT-Based Exploitation of IoT Security Vulnerabilities in ZigBee Networks for Smart Lighting Control. *IoT*(3), 450–472.

Kalra, S., & Sood, S. K. (2015). Secure authentication scheme for IoT and cloud servers. *Pervasive and Mobile omputing*, *24*, 210-223.

Kareem, M. K., Aborisade, O. D., Onashoga, S. A., Sutikno, T., & Olayiwola, O. M. (2023). Efficient model for detecting application layer distributed denial of service attacks. *Bull. Electr. Eng. Inform*(12), 441–450.

Khemissa, H., & Tandjaoui, D. (2016). A novel lightweight authentication scheme for heterogeneous wireless sensor networks in the context of Internet of Things. *2016 Wireless Telecommunications Symposium (WTS)*, 1-6.

Kim, M., & Suh, T. (2021). Eavesdropping Vulnerability and Countermeasure in Infrared Communication for IoT Devices. *Sensors*(21), 8207.

Lu, Y., & Da, X. L. (2103). Internet of Things cybersecurity research: A review of current research topics. *IEEE Internet of Things Journal*, *6*(2), 15.

Matheu, S., Hernandez-Ramos, J., Skarmeta, A., & Baldini, G. (2020). A survey of cybersecurity certification for the internet of things. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, *53*(6), 1-36.

Moaveni, M. (2016). How to secure devices connected to the Internet and deal with threats. *Moaveni*. [In Persian]

Nam, D., & Sukhomlin, V. (2023). On cybersecurity of the Internet of Things systems. *International Journal of Open Information Technologies*, *11*(2), 85-97.

Pappalardo, M., & Virdis, A. (2022). Mingozzi, E. An Edge-Based LWM2M Proxy for Device Management to Efficiently Support QoS-Aware IoT Services. *IoT*(3), 169–190.

Park, J. H., Kim, H. S., & Kim, W. T. (2018). M-MQTT: An Efficient MQTT Based on SDN Multicast for Massive IoT Communications. *Sensors*(18), 3071.

Rahnavard, M. (2015). Knowledge Management System to Cover the Process of Creating, Organizing, Dissemination, and Applying Knowledge in Creating a Value. [In Persian]

Roohollah., G. (2015). Internet of Things Governance: Experiences of Countries Around the World and Iran's Roadmap. *Communications and Information Technology Research Institute. ICT Policy and Strategic Management Research Institute. ICT Business Development and Entrepreneurship Group.* [In Persian]

Scott, M. (2017). How to secure your IoT devices from botnets and other threats. *Techrepublic*.

Seoane, V., Garcia-Rubio, C., Almenares, F., & Campo, C. (2022). Performance evaluation of CoAP and MQTT with security support for IoT.

Shiranzaei, A. (2018). Khan, R.Z. An Approach to Discover the Sinkhole and Selective Forwarding Attack in IoT. *J. Inf. Secur. Res.*(9), 107.

Sreekanth, M., & Jeyachitra, R. (2022). Implementation of area-efficient AES using FPGA for IOT applications. *Int. J. Embed. Syst.*(15), 354.

Tsai, W. C., Tsai, T. H., Wang, T. J., & Chiang, M. L. (2022). Automatic Key Update Mechanism for Lightweight M2M Communication and Enhancement of IoT Security: A Case Study of CoAP Using Libcoap Library. *Sensors*(22), 340.

Vaclavova, A., Strelec, P., Horak, T., Kebisek, M., Tanuska, P., & Huraj, L. (2022). Proposal for an IIoT Device Solution According to Industry 4.0 Concept. *Sensors*(22), 325.

Venkatraman, S., & Overmars, A. (2019). New Method of Prime Factorisation-Based Attacks on RSA Authentication in IoT. *Cryptography*(3), 20.

Wani, A. R., Gupta, S. K., Khanam, Z., Rashid, M., Alshamrani, S. S., & Baz, M. (2022). A novel approach for securing data against adversary attacks in UAV embedded HetNet using identity based authentication scheme. *IET Intell. Transp. Syst.*, 1-19.

Yoon, J. (2020). Deep-learning approach to attack handling of IoT devices using IoT-enabled network services. *Internet Things*(11), 100241.

Yu, H., & Park, Y. (2021). Design and implementation of IIoT edge device for collecting heterogeneous machine data. *J. Internet Electron. Commer. Resarch*(21), 23–32.

Zeng, J. Y., Chang, L. E., Cho, H. H., Chen, C. Y., Chao, H. C., & Yeh, K. H. (2022). Using Poisson Distribution to Enhance CNN-based NB-IoT LDoS Attack Detection. *In Proceedings of the 2022 IEEE Conference on Dependable and Secure Computing (DSC), Edinburgh, UK*, 1–7.