Military Science and Tactics
AJA Command and Staff University
https://www.qjmst.ir/
Online ISSN: 4520-2676
Print ISSN: 2008-191x

Methods Intrution to Confidentiality in Cyber-Electromagnetic Networks (Case Study of Military Ad-Hoc Network)

Sajad Alimohammadi[1] ✉ | Vahid Sajadi Asil[2]

1. Master of Defense Management of AJA Command and Staff University, Tehran, Iran.
E-mail: s.alimohammadi33@casu.ac.ir
2. . Master of Defense Management of AJA Command and Staff University, Tehran, Iran.
E-mail: v.d.sajadi@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received

11 July 2024

Received in revised form

10 November 2024

Accepted

9 January 2025

Published online

16 September 2025

Keywords:

Ad hoc network,

Confidentiality,

Intrution

ABSTRACT

Objective: to identify methods of infiltrating military ad-hoc networks from the aspect of confidentiality.

Methodology: the type of applied research and the method of this research is descriptive because the researcher seeks to identify the subject and based on what it is and without the intervention and manipulation of variables with the available information regarding the identification of the methods of penetration into cyber electromagnetic networks in a systematic and descriptive manner. Systematically address the current situation, and the research approach is mixed
The statistical population is the employees working in the army of the Islamic Republic of Iran, who are familiar with the concepts of cyber-electromagnetism and have at least 15 years of service in such jobs.

Findings: In the field of confidentiality, 9 active classic attacks, 7 passive classic attacks and 5 attack methods were identified based on the attack meter database.

Conclusion: Among the attacks, the three indicators of impersonation attack with an average of (4.79), packet injection attack with an average of (4.74), and Sybil attack with an average of (4.67) for the active classic component, the three indicators of traffic analysis attack with an average of (4.81), traffic interception attack with an average of (4.80), and packet sniffing attack with an average of (4.69) for the passive classic component, and the two indicators of remote denial of service attack with an average of (4.88) and WPA/WPA2 crack attack with an average of (4.87) for the meter attack component, according to the statistical community, are the best attacks on the confidentiality of military ad hoc networks.

Cite this article: : Alimohammadi, S., Sajadi asil, V. (2025). Methods Intrution To Confidentiality In Cyber-Electromagnetic Networks (Case Study Of Military Ad-Hoc Network). *military science & tactics*, 21 (72), 125-147.

DOI: http//doi.org/10.22034/qjmst.2025.2035337.2086

Publisher: AJA Command and Staff University
DOI:10.22034/qjmst.2025.2035337.2086

فصلنامه علمی علوم و فنون نظامی
شاپای چاپی: ۱۹۲۸-۲۰۰۸ شاپای الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۵۳۰ https://www.qjmst.ir/ دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا

شیوه‌های نفوذ به محرمانگی در شبکه‌های سایبرالکترومغناطیس (مورد مطالعه شبکه اد_هاک نظامی)

سجاد علی‌محمدی[1]✉| وحید سجادی‌اصیل[2]

۱. کارشناس‌ارشد مدیریت‌دفاعی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران. رایانامه: s.alimohammadi33@casu.ac.ir

۲. کارشناس‌ارشد مدیریت‌دفاعی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران. رایانامه: v.d.sajadi@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۴/۲۱

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۰۸/۲۰

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۱۰/۲۰

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۰۶/۲۵

کلیدواژه‌ها:
شبکه اد هاک، محرمانگی، نفوذ.

چکیده

هدف: شناسایی شیوه‌های نفوذ به شبکه اد_هاک نظامی از بعد محرمانگی است.

روش‌شناسی: این تحقیق از نوع کاربردی با روش توصیفی و رویکرد آمیخته است.

جامعه مورد مطالعه در این تحقیق، کتب، مقالات، اسناد و مدارک موجود و همچنین نظرات اخذ شده در قالب مصاحبه با تعداد ۸ نفر صاحب‌نظرانی که در حوزه شبکه‌های سایبر الکترومغناطیس از دانش کافی برخوردار می‌باشند. جامعه آماری تحقیق ۱۳۰ نفر با مشخصات، آشنایی با شبکه‌های سایبر الکترومغناطیس، شبکه‌های مخابراتی و رایانه‌ای، حداقل دارای مدرک کارشناسی و ۱۰ سال سابقه خدمت باشند بودند که نظرات آن‌ها در قالب پرسشنامه دریافت و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: در حوزه نفوذ به محرمانگی، ۹ حمله کلاسیک فعال، ۷ حمله کلاسیک غیرفعال و ۵ روش حمله بر اساس پایگاه داده میتر اتک شناسایی گردید.

نتیجه‌گیری: از میان حملات، سه شاخص حمله جعل هویت با میانگین (۴/۷۹)، حمله تزریق بسته با میانگین (۴/۷۴) و حمله سیبیل با میانگین (۴/۶۷)، برای مؤلفه کلاسیک فعال، سه شاخص حمله تجزیه‌وتحلیل ترافیک با میانگین (۴/۸۱)، حمله ره‌گیری ترافیک با میانگین (۴/۸۰) و حمله استشمام بسته با میانگین (۴/۶۹) برای مؤلفه کلاسیک غیرفعال و دو شاخص حمله جلوگیری از سرویس از راه دور با میانگین (۴/۸۸) و حمله کرک دبلیو پی‌ای/ دبلیو پی‌ای دو با میانگین (۴/۸۷) برای مؤلفه میتر اتک، بر اساس نظر جامعه آماری، بهترین حملات به محرمانگی شبکه‌های اد_هاک نظامی هستند.

استناد: علی‌محمدی، سجاد و سجادی‌اصیل، وحید. (۱۴۰۳). شیوه‌های نفوذ به محرمانگی در شبکه‌های سایبرالکترومغناطیس (مورد مطالعه شبکه اد_هاک نظامی). *علمی علوم و فنون نظامی*، ۲۱ (۷۲)، ۱۴۷- ۱۲۵.
DOI: http//doi.org/10.22034/qjmst.2025.2035337.2086

ناشر: دانشگاه فرماندهی و ستاد ارتش جمهوری اسلامی ایران
DOI: 10.22034/qjmst.2025.2035337.2086

فصلنامه علمی علوم و فنون نظامی
دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا
https://www.qjmst.ir/
شاپای چاپی: ۱۹۷۷-۲۰۰۸ شاپای الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۵۴۰

Methods Intrution To Confidentiality In Cyber-Electromagnetic Networks (Case Study Of Military Ad-Hoc Network)

Sajad Alimohammadi[1] ✉ | Vahid Sajadi Asil[2]

Extended Abstract

Introduction

In recent years, the convergence of electronic warfare and cyber warfare has emerged as a central theme in international discussions. Since 2014, the U.S. military has been actively integrating these two domains and has published new guidelines. This research explores methods for breaching confidentiality in ad-hoc networks, which are utilized temporarily and without infrastructure. These networks exhibit characteristics such as security, resilience, and rapid deployability due to their independence from fixed infrastructures. The security challenges of ad-hoc networks encompass availability, integrity, confidentiality, and authentication. Security attacks can be broadly classified into active and passive types and may stem from external actors or internal nodes. Furthermore, various encryption techniques and strategies are available to safeguard confidentiality. Different attacks that threaten confidentiality include traffic analysis, man-in-the-middle attacks, and cellular network spoofing. Given the importance of messages in military networks, identifying the most effective penetration methods to uphold security and enhance the efficiency of these networks is crucial. Various studies have investigated ad-hoc networks and their security, particularly in military and wireless domains. Shahsavan (2013) discussed the advantages and characteristics of ad-hoc networks along with their security challenges. Mohammadi (2020) examined the security of Wi-Fi protocols, addressing existing issues in older protocols, while Afshar Herati (2021) focused on new security features in ad-hoc networks. Sbai and Elboukhari (2018) and Chang et al. (2018) explored various classical attacks on these networks. Abousaleh et al. (2008) also highlighted the risks of identity spoofing attacks in routing protocols. The present research places greater emphasis on methods of compromising confidentiality in ad-hoc networks and utilizes classical attacks alongside a metric attack database.

Methodology

This study was conducted descriptively, employing both qualitative and quantitative data. The target population comprised scientific articles, books, and expert opinions, while data collection tools included interviews and questionnaires. Data analysis was performed using Atlas Ti and Smart PLS software, and the results of Cronbach's alpha test indicate acceptable reliability of the measurement model.

Findings

Additionally, the variance inflation factor was calculated to evaluate multicollinearity among variables. This research identified methods for infiltrating ad-hoc networks. By employing descriptive methods and tools such as documents and interviews, the findings were derived from both qualitative and quantitative analyses. The results indicate an increasing use of ad-hoc networks, particularly within military organizations.

Conclusion

This research was conducted to identify methods of intrusion into ad-hoc networks. A descriptive method with a mixed approach was employed in this study, utilizing tools such as documents, interviews, and questionnaires for data collection. To achieve the main objective of the research, past research sources, books, existing documents, and interviews with experts aligned with the research goals were qualitatively analyzed using Atlas Ti software. Based on the results obtained, a

questionnaire was developed and sent to the sample group for responses. After collection, the data were quantitatively analyzed (descriptively) using SPSS and Smart PLS software. The overall summary of the final results, based on the research questions, is presented below.

Considering the findings of the research, it can be concluded that the use of ad-hoc networks is increasing due to their ease and speed of deployment, high mobility, and dynamic topology. One of the areas where the use of this network is on the rise is military organizations, several examples of which are mentioned in the theoretical framework section. Hermes Company, as a major provider of military wireless systems, is capable of utilizing ad-hoc networks. This study aimed to ensure maximum accuracy in selecting intrusion methods suitable for military ad-hoc networks, relying on credible sources and expert opinions. The results for intruding into confidentiality are detailed below.

Confidentiality, as previously stated, refers to the protection of data transmitted by a device in such a way that it becomes unreadable by an unauthorized individual or access point. Since wireless networks broadcast in all directions and fall within the range of direct data transmission, they facilitate data retrieval and eavesdropping, making it crucial to keep data confidential from unauthorized users or devices. Currently, there are many methods employed to maintain confidentiality in ad-hoc networks, which somewhat complicate unauthorized access.

The most significant intrusion techniques in ad-hoc networks concerning confidentiality, based on the analysis conducted, include:

- Classic active attacks, comprising identity spoofing, packet injection, man-in-the-middle attacks, cellular network spoofing, and denial-of-service attacks;
- Classic passive attacks, including traffic analysis, traffic interception, packet sniffing, packet extraction, and information leakage;
- MitM attacks, which include remote service denial attacks and WPA/WPA2 cracking attacks.

مقدمه

در چند سال اخیر، نشست‌های بین‌المللی زیادی با محوریت همگرایی جنگ الکترونیک و جنگ سایبر در راستای، نقش و اهمیت همگرایی بین جنگ الکترونیک و جنگ سایبری در حال برگزاری است. از سال ۲۰۱۴ ارتش آمریکا به‌صورت جدی و عملیاتی، همگرایی جنگ الکترونیک و جنگ سایبری را مورد توجه قرار داده و در این راستا دستورالعمل اجرایی اف-ام ۳-۳۸ را با عنوان «فعالیت‌های سایبر الکترومغناطیس» منتشر نمود. در آوریل سال ۲۰۲۱، دستورالعمل اجرایی اف-ام ۳-۱۲ با موضوع «عملیات فضای سایبری و جنگ الکترونیک» به‌عنوان نسخه کامل‌تر، جایگزین اف-ام ۳-۳۸ گردید که در آن تاکتیک‌ها و فرآیندهای هماهنگی و ادغام عملیات فضای سایبر و جنگ الکترونیک نیروی زمینی ارتش آمریکا مشترک ارائه گردید. (فرح بخت، احمدرضا و دهقانی، مهدی. ۱۳۹۸)

از لحاظ تاریخی، شبکه‌های اد_هاک عمدتاً برای برنامه‌های تاکتیکی مرتبط با شبکه، جهت بهبود ارتباطات میدان جنگ استفاده می‌شوند. ماهیت پویای عملیات نظامی باعث می‌شود که نتوان به یک زیرساخت ارتباطی ثابت از قبل پیش‌بینی‌شده، در میدان نبرد تکیه کرد و همچنین ارتباطات بی‌سیم خالص نیز دارای این محدودیت است که سیگنال‌های رادیویی در معرض تداخل هستند و فرکانس‌های رادیویی بالاتر از ۱۰۰ مگاهرتز به‌ندرت فراتر از خط دید[1] منتشر می‌شوند. یک شبکه اد_هاک چارچوب مناسبی را برای رسیدگی به این مسائل ایجاد می‌کند، زیرا یک شبکه توزیع‌شده بی‌سیم همراه، بدون نیاز به زیرساخت‌های از پیش تعیین‌شده را ارائه کرده و اتصالی فراتر از خط دیدمستقیم را فراهم می‌کند (Soni, 2017).

بررسی مطالعات انجام‌شده در خصوص مشخصات و چگونگی بهره‌برداری از این شبکه‌ها، نشان می‌دهد که حوزه امنیتی

شبکه‌های اد_هاک، یکی از مهم‌ترین حوزه‌های متناسب با موضوع تحقیق است[2]؛ و با توجه به مطالعات انجام‌شده پیشین، این پژوهش روش‌های نفوذ به شبکه‌های اد_هاک در حوزه محرمانگی را به‌عنوان یکی از مصادیق شبکه‌های سایبر الکترومغناطیس در بعد امنیتی مورد مطالعه قرار دهد.

---

[1] Line Of Side (LOS)

[2] از جملهٔ این مطالعات می‌توان به مقاله کهیزی، مهدی و همکاران (۱۳۹۳) تحت عنوان چالش‌های امنیتی شبکه‌های کامپیوتری اقتضایی و نیز شرما، شیوی و همکاران (۲۰۱۵) با عنوان الزامات فنی و امنیتی شامل، مسائل، تهدیدات و چالش‌های شبکه اد هاک اشاره کرد.

محقق قصد دارد در این پژوهش، شیوه‌های نفوذ به محرمانگی در شبکه‌های اد_هاک را با بهره‌گیری ازنظر صاحب‌نظران این حوزه، بررسی نماید.

مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش

شبکه اد_هاک بی‌سیم مجموعه‌ای از دستگاه‌هایی است که به‌تنهایی یک شبکه را ایجاد می‌کنند. اد_هاک اصطلاحی است که برای توصیف اقداماتی که به‌سرعت انجام‌شده یا فقط به‌طور موقت راه‌اندازی می‌گردند، استفاده می‌شود. به علت وجود حالت موقت بدون شبکه می‌توان با استفاده از نقطه دسترسی وای_فای یا مسیریاب، یک اتصال بی‌سیم به رایانه یا دستگاه دیگری برقرار کرد. اتصالات موقت همچنین می‌تواند منجر به شبکه‌های نظیر به نظیر غیرمتمرکز شود که به طراحی شبکه قبلی متکی نباشند. برخلاف معماری سنتی شبکه که در آن داده‌ها می‌بایست قبل از اینکه به دستگاه‌های گیرنده برسند، به‌طور پیوسته به یک دستگاه مرکزی مانند یک مسیریاب جریان می‌یابند، در شبکه اد_هاک، هر گره با گره دیگری (مانند تلفن‌ها و رایانه‌های شخصی) می‌تواند به‌طور مستقیم ارتباط برقرار کند (Agrawal, et al., 2023).

شبکه‌های اد_هاک متحرک نظامی یا تاکتیکی توسط واحدهای نظامی با تأکید بر نرخ داده، نیاز به حداقل تأخیر در استقرار و سرعت در ارسال و برقراری ارتباط، مسیریابی مجدد در حین تحرک، امنیت داده‌ها، برد رادیویی و ادغام با دستگاه‌های موجود مورداستفاده قرار می‌گیرند (Toh, Lee, & Ramos, 2004). شبکه‌های موقت نظامی استقرار سریع، بدون زیرساخت، عدم تماس با دکل‌های رادیویی ثابت، استحکام، امنیت و عملیات فوری را ارائه می‌دهند. شبکه‌های تاکتیکی می‌توانند در طول یک مأموریت تشکیل شوند و پس از پایان مأموریت از راه موبایل، وسیله نقلیه هوایی بدون سرنشین نیروی هوای[1]، کشتی نیروی دریایی یا ربات ناپدید گردند (Nabben & Rennie, 2022).

شبکه‌های سلولی شبکه‌هایی هستند که مبتنی بر زیرساخت ثابت هستند. در شبکه سلولی، ارتباط با پیوند بی‌سیم تک هاپ انجام می‌شود. این شبکه‌ها اساساً برای ترافیک صوتی طراحی‌شده‌اند که در آن پهنای باند تضمینی ارائه می‌شود. این بر اساس مسیریابی متمرکز است که در آن پیام با استفاده از سوئیچینگ مدار حرکت می‌کند. شبکه تلفن همراه دارای اتصال یکپارچه است. ازاین‌رو، کاهش تماس در طول انتقال وجود دارد. عیب اصلی شبکه‌های سلولی این است که زمان بیشتری را برای استقرار مصرف می‌کنند و همچنین نیاز به هزینه

[1] Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

بالایی دارند. شبکه اد_هاک شبکه‌های بدون زیرساخت است که در آن گره‌ها با استفاده از پیوند بی‌سیم به روش چند هاپ ارتباط برقرار می‌کنند. در شبکه اد_هاک مفهوم مسیریابی توزیع‌شده پیاده‌سازی می‌شود. سوئیچینگ بسته در مقایسه با سوئیچینگ مدار که در شبکه سلولی ترجیح داده می‌شود، حالت ارجح ارتباطی است. گره‌های انتقال، متحرک هستند و برد کمی دارند که منجر به شکست مکرر پیوند می‌شود. مزیت اصلی شبکه اد_هاک نسبت به شبکه سلولی این است که مستلزم زمان کمتر و هزینه کمتر برای استقرار است (Singh, Dutta, & Chakrabarti, 2018).

اهمیت فعالیت‌های سایبر الکترومغناطیس در عملیات نظامی

فرماندهان سپاه و لشکر نبردهای دفاعی خود را از طریق جمع‌آوری اطلاعات، آتش‌های مشترک و فعالیت‌های الکترومغناطیسی فضای سایبری[1] قبل از رسیدن دشمن به منطقه نبرد اصلی[2] شکل می‌دهند. عملیات فضای سایبری تدافعی[3] ویژه تهدیدات است و مأموریت برای حفظ توانایی استفاده از شبکه اطلاعات وزارت دفاع[4] در اولویت قرار دارد. ستاد فرماندهی سپاه و لشکر بر ایجاد اختلال در نیروهای مهاجم قبل از برخورد با منطقه اصلی نبرد و از بین بردن یکپارچگی حمله آن‌ها متمرکز است. فرماندهان سپاه توجه ویژه‌ای به ایجاد اختلال در عناصر فرماندهی و کنترل دشمن از طریق استفاده از اثرات کشنده و غیر کشنده دارند، با این هدف که نیروهای دشمن را در برابر حملات متقابل سپاه و لشکر و حملات خرابکارانه آسیب‌پذیرتر کنند (FM 3-0, OPERATIONS, 2017).

فعالیت‌های الکترومغناطیسی فضای سایبری فرآیند برنامه‌ریزی، یکپارچه‌سازی و همگام‌سازی فضای سایبری و عملیات جنگ الکترونیک در حمایت از عملیات زمینی یکپارچه است. ترکیب فعالیت‌های الکترومغناطیسی فضای سایبری در تمام مراحل یک عملیات کلیدی برای به‌دست آوردن و حفظ آزادی مانور در فضای سایبری و طیف الکترومغناطیس و درعین‌حال انکار آن برای دشمنان است. فعالیت‌های الکترومغناطیسی فضای سایبری، قابلیت‌ها را در سراسر حوزه‌ها و عملکردهای جنگی هماهنگ می‌کند و اثرات مکمل را در فضای سایبری و طیف الکترومغناطیس به حداکثر می‌رساند. عملیات‌های اطلاعاتی، سیگنالی، فضای سایبری، فضا و عملیات آتش‌سوزی برای برنامه‌ریزی، همگام‌سازی و اجرای عملیات فضای سایبری و جنگ الکترونیک حیاتی هستند (FM 3-0, OPERATIONS, 2017).

[1] Cyber Electromagnetic Activities (CEMA)
[2] Main Battle Area (MBA)
[3] Defensive Cyberspace Operations (DCO)
[4] Department Of Defense Information Network (DODIN)

مرکز شبکه تاکتیکی مشترک[1] (جی تی ان سی) در سال ۱۹۹۷، توسط پنتاگون برای برنامه سیستم مشترک رادیویی تاکتیکی با چشم‌انداز اتحاد دستگاه‌های ارتباطی راه‌اندازی گردید. جی تی ان سی به‌عنوان یک منبع واحد برای معماری سیستم‌های باز، کد نرم‌افزار و سایر اطلاعات مرتبط برای دولت و توسعه‌دهندگان نرم‌افزار ارتباطی مورد تائید، عمل می‌کند (Stukova & Crawford, 2019).

رادیوهای تاکتیکی مدرن بر پایه شبکه‌های اد_هاک

شرکت‌هایی مانند AT Communications، Harris Corporation و Persistent Systems شرکای پیشرو در صنعت هستند که سیستم‌های ارتباطی را بر مبنای شبکه‌های اد_هاک توسعه می‌دهند. رادیو دستی چندکاناله Harris AN/PRC163 یکی از محصولات متعدد آن‌هاست که توسط ارتش برخی کشورها برای تبادل داده بین اپراتورها و مراکز فرماندهی و در سراسر میدان جنگ استفاده می‌شود. این رادیو از فناوری وی اچ اف/یو اچ اف دیدمستقیم، ارتباط ماهواره‌ای و شبکه‌های موقت سیار برای ارسال داده، صدا و تصویر، پشتیبانی می‌کند (Harris Corporation, 2024).

چالش‌های امنیتی در شبکه‌های موقت بی‌سیم

قبل از تشریح حملات امنیتی و اقدامات متقابل موجود برای انواع مختلف شبکه‌های اد_هاک، به‌طور خلاصه الزامات اصلی را که معمولاً باید در شبکه‌های اد_هاک بی‌سیم برآورده شوند، بیان می‌شود:

۱- در دسترس بودن: خدمات ارائه‌شده باید به‌موقع در دسترس باشد حتی در صورت وجود مشکل در سیستم. مهم است که خدمات ارائه‌شده توسط شبکه حتی در هنگام حمله در دسترس باشد. هدف حملات کاهش منابع، از بین بردن این ویژگی است.

۲- یکپارچگی: اطلاعات ردوبدل شده بین گره‌ها نباید به‌صورت عمدی و سهوی تغییر داده شده باشند؛ بنابراین، برای یک گره مخرب نباید امکان تغییر پیامی که توسط یک گره قانونی ارسال‌شده است وجود داشته باشد.

۳- محرمانگی: اطلاعات طبقه‌بندی‌شده ردوبدل شده در شبکه نباید در اختیار اشخاص غیرمجاز قرار گیرد. محرمانگی را می‌توان با استفاده از چندین فن رمزگذاری انجام داد تا فقط گره‌های قانونی بتوانند محتوای یک بسته را درک کنند. در برخی موارد، مهم است که حتی وجود ارتباط بین دونقطه پایانی را پنهان کنید.

[1] Joint Tactical Networking Center (JTNC)

۴- مجوز: فقط گره‌های مجاز باید بتوانند به شبکه دسترسی داشته باشند و فقط نهادهای مجاز باید بتوانند از خدمات ارائه‌شده توسط شبکه استفاده کنند.
۵- احراز هویت: باید تائید شود که داده‌ها واقعاً توسط فرستنده ادعا شده ارسال‌شده است. به‌این‌ترتیب، مهاجم نمی‌تواند پیامی را جعل کند و شبکه را وادار کند که پیام ارسالی قانونی است.
۶- انکار: فرستنده نباید بتواند وانمود کند که اطلاعاتی را که واقعاً ارسال کرده است ارسال نکرده است. این ویژگی برای یافتن و جداسازی گره‌های در معرض خطر در شبکه ارزشمند است.
۷- تازگی: داده‌ها باید به‌گونه‌ای تازه باشند که دشمن نتواند از پیام‌های قدیمی برای گمراه کردن سرویس‌های شبکه از آن‌ها استفاده مجدد کند (Basagni, Conti, Giordano, & Stojmenovic, 2013).

طبقه‌بندی حملات امنیتی کلاسیک به شبکه‌های اد_هاک

حملات کلاسیک علیه شبکه‌های اد_هاک را می‌توان بر اساس دو طبقه‌بندی کلی تقسیم‌بندی کرد، اولین طبقه‌بندی شامل حملات غیرفعال و فعال است؛ درحالی‌که هدف حملات غیرفعال نظارت و تجزیه‌وتحلیل رفتار شبکه بدون تداخل با آن است، حملات فعال رفتار عادی شبکه را تغییر می‌دهند.
دومین طبقه‌بندی حملات را می‌توان با در نظر گرفتن عضویت مهاجم در شبکه انجام داد: می‌توان بین حملاتی که توسط یک خارجی و حملاتی که توسط یک گره داخلی سرچشمه می‌گیرند تمایز قائل شود. اولی حملاتی هستند که توسط موجودیت‌هایی ایجاد می‌شوند که به شبکه تعلق ندارند اما می‌خواهند سرویس ارائه‌شده را مختل کنند، درحالی‌که دومی زمانی رخ می‌دهد که گره‌های قانونی به روشی مخرب رفتار کنند (Barmanroy & Chaki, 2014).

میتر اتک

پایگاه داده میترا تک (تکنیک‌ها، تاکتیک‌ها و دانش مشترک) در سال ۲۰۱۳ برای جمع‌آوری یک ماتریس ساختاری از تکنیک‌های مورداستفاده توسط مجرمان سایبری برای ساده‌سازی کار واکنش به حوادث سایبری ایجاد شد (Enterprise Matrix, 2020).
ATT&CK مخفف عبارت Adversarial Tactics, Techniques, and Common Knowledge است:

- A: متخاصم، مانند یک دولت ملی یا سازمان جنایی
- TT: تاکتیک‌ها و تکنیک‌ها، روش مورد استفاده برای تجزیه‌وتحلیل حملات سایبری
- CK: دانش مشترک، مستندسازی تکنیک‌ها و تاکتیک‌ها در قالب یک ماتریس

شرکت میتر یک سازمان غیرانتفاعی آمریکایی است که مراکز تحقیق و توسعه با بودجه فدرال را مدیریت می‌کند که از سازمان‌های دولتی ایالات‌متحده حمایت می‌کنند. (Copeland, 2021, p. 214).

حملات اخلال در محرمانگی

حملات علیه حریم خصوصی و محرمانگی حملاتی هستند که سعی در به دست آوردن بینش در مورد داده‌های مبادله شده در شبکه و توپولوژی شبکه را دارند.

یک حریف می‌تواند تجزیه‌وتحلیل ترافیک را بر روی متن رمز شنیده شده انجام دهد تا اطلاعات مهمی در مورد توپولوژی شبکه و رویدادهای به دست آورد. در مرحله دوم، حریف می‌تواند حملات هدفمندی را اجرا کند تا بخش‌هایی از شبکه را که برای بیشترین تأثیر انتخاب‌شده است، مختل کند (Basagni, Conti, Giordano, & Stojmenovic, 2013).

در محرمانگی، اطلاعات طبقه‌بندی‌شده و ردوبدل شده در شبکه نباید در اختیار اشخاص غیرمجاز قرار گیرد. محرمانگی را می‌توان با استفاده از چندین تکنیک رمزگذاری انجام داد تا فقط گره‌های قانونی بتوانند محتوای یک بسته را درک کنند. در برخی موارد، مهم است که حتی وجود ارتباط بین دونقطه پایانی را پنهان کنید. (Basagni, Conti, Giordano, & Stojmenovic, 2013).

به طبع در شبکه‌های اد هاک نظامی به دلیل اهمیت بالای پیام‌ها از شگردهای امنیتی متفاوتی جهت بالا بردن امنیت در آن‌ها استفاده می‌شود لذا می‌بایست مهم‌ترین شیوه‌ها را شناسایی تا در کمترین زمان ممکن بتوان در این شبکه‌ها نفوذ و از آن‌ها بهره‌برداری نمود.

از دیدگاه صاحب‌نظران، مهاجم از حمله نشت اطلاعات در ارتباطات برای به دست آوردن بینشی در مورد محتوای داده‌ها استفاده می‌کنند؛ با استفاده از حملات مرد میانی، مهاجمان بی‌سروصدا ارتباط بین گره‌ها را ره‌گیری و رله می‌کنند؛ با حملات همبستگی ترافیک، مهاجم الگوهای موجود در ترافیک رمزگذاری شده را برای استنباط اطلاعات در مورد طرف‌های ارتباطی مرتبط می‌کنند؛ در حملات بازپخش، مهاجم برای فریب شبکه، بسته‌های داده را ضبط و دوباره ارسال می‌کنند که به‌طور بالقوه منجر به پذیرش داده‌های غیرمجاز یا قدیمی می‌شود؛ با جعل شبکه سلولی، مهاجم شبکه‌های سلولی جعلی ایجاد می‌کند، دستگاه‌های تلفن همراه را از شبکه‌های قانونی منحرف می‌کند و محرمانه بودن داده‌ها را به خطر می‌اندازند؛ از نقاط ضعف پروتکل رمزگذاری دبلیو ای پی برای رمزگشایی ترافیک بی‌سیم استفاده می‌کند؛ در حمله از راه دور، هکر با استفاده از ضعف‌های امنیتی در سیستم‌ها و سرویس‌های شبکه، به راه دور وارد آن‌ها می‌شود و اقدام به دسترسی به اطلاعات محرمانه می‌کند و در حمله دوقلوی شیطانی یک

اکسس پوینت جعلی با نامی مشابه با نام قانونی ایجاد می‌کند و مشتریان را فریب می‌دهد تا داده‌هایشان را به هم متصل کرده و افشا کنند.

پیشینه‌های پژوهش

شاهسوند، محمد (۱۳۹۲) در پایان‌نامه خود با موضوع "شبکه اد_هاک" به بررسی ویژگی‌ها و اهمیت شبکه اد_هاک پرداخته و به این نتیجه رسیده است که علی‌رغم مشکلات امنیتی که این شبکه‌ها دارند کاربردهای زیادی نیز دارا هستند؛ درواقع روزبه‌روز بر کارایی آن‌ها افزوده‌شده است. در این تحقیق، محقق به بررسی ویژگی‌های شبکه‌های اد_هاک و روش‌های امنیتی بکار گرفته‌شده در شبکه‌های اد_هاک پرداخته است که از بعد شناسایی موارد امنیتی این شبکه‌ها با تحقیق حاضر دارای اشتراک است. همچنین محقق به دنبال بررسی ویژگی‌ها و اهمیت شبکه اد_هاک و مزایای آن نسبت به سایر شبکه‌های ارتباطی و مسائل مربوط به امنیت و مسیریابی شبکه‌های اد_هاک می‌پردازد.

محمدی، حمیدرضا، (۱۳۹۹) در مقاله خود تحت عنوان "بررسی روش‌های نفوذ در شبکه‌های بی‌سیم وای فای " به بررسی امنیت پروتکل‌های شبکه‌های بی‌سیم وای فای پرداخته و به این نتیجه رسیده است که با پروتکل رمزنگاری دبلیوای‌پی و دبلیوپی‌ای-دبلیوپی‌ای۲ پرداخته که این پروتکل‌ها قسمت عمده‌ای از ارتباطات خانگی و سازمانی را در ارتباطات بی‌سیم انجام می‌دهند، با ارائه دبلیوپی‌ای۳ کلیه این ایرادات و مشکلات امنیتی رفع شده است؛ اما تجهیزات مجهز به این نوع رمزنگاری در ایران به تعداد کمتری وجود دارند که طبق مطالعات انجام‌شده پروتکل دبلیوای‌پی در بهره‌برداری از آسیب‌پذیری رتبه نخست را دارد و پس‌ازآن پروتکل‌های دبلیوپی‌ای نسخه نخست و دوم در رتبه‌های بعدی هستند. در این تحقیق، محقق به بررسی روش‌های نفوذ در شبکه‌های بی‌سیم در خصوص ویژگی یکپارچگی داده‌ها پرداخته که این بعد نقطه اشتراک با این تحقیق است. وجه افتراق این تحقیق با پژوهش حاضر به بررسی نفوذ فقط در شبکه‌های بی‌سیم وای فای با پروتکل رمزنگاری دبلیوای‌پی و دبلیوپی‌ای-دبلیوپی‌ای ۲ پرداخته و به اصول اشاره نداشته است.

افشار هراتی، نسرین (۱۴۰۰) در مقاله خود با عنوان "بررسی ساختارهای امنیت در شبکه‌های اد_هاک با رویکرد نو" به این نتیجه رسیده است که استفاده از ساختار اد_هاک باعث معرفی برخی ویژگی‌های جدید امنیتی شده است که این ویژگی‌ها در شبکه‌های متداول و مبتنی بر زیرساخت مطرح نشده بودند. این ویژگی‌ها می‌توانند هم به‌صورت نیازها و چالش‌های امنیتی جدید باشند و هم می‌توانند به‌صورت یک مزیت مطرح شوند که از آن برای ایجاد امنیت در شبکه استفاده شود. استفاده گسترده از شبکه‌های اد_هاک در محیط‌های نظامی و دیگر کاربردهای حساس به امنیت، امنیت را به‌عنوان یک نیاز اساسی از زمان معرفی این شبکه‌ها

مطرح نموده است. در کنار این نیاز، ایجاد امنیت در این دسته از شبکه‌ها مشکلات مخصوص به خود رادار است. در این تحقیق، محقق به بررسی ساختارهای امنیت در شبکه‌های اد_هاک می‌پردازد و برخی از ویژگی‌های امنیتی این شبکه‌ها را معرفی می‌کند که از این نظر دارای اشتراک با تحقیق حاضر است. این تحقیق تنها به بیان ساختار امنیت در شبکه‌های اد_هاک در بعد دسترسی‌پذیری می‌پردازد و به روش‌های نفوذ نپرداخته است.

اوساما سبای و محمد البوخاری (۲۰۱۸) در مقاله خود تحت عنوان "طبقه‌بندی حملات شبکه‌های اد_هاک تلفن همراه" به بررسی انواع حملات کلاسیک در شبکه اد_هاک پرداخته و یک حمله استراق سمع در لایه شبکه و تجزیه‌وتحلیل ترافیک در لایه فیزیکی را با عنوان حمله غیرفعال در شبکه اد_هاک نام‌برده‌اند.(Sbai & Elboukhari, 2018, p. 618)

تینهو چانگ و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله خود با عنوان "روش گرفتن بسته‌های رمز رمزگذاری شده WPA و WPA2، خودکار، نیمه خودکار یا دستی؟" به بررسی موارد امنیتی در شبکه اد_هاک پرداخته و به سه حمله کلاسیک غیرفعال شامل نظارت و استراق سمع، استتار دشمنان و تجزیه‌وتحلیل ترافیک اشاره نموده‌اند (Chang, Lin, Chen, & Lai, 2018, p. 2).

ابوساله، خوخار و گویزانی (۲۰۰۸) در مقاله خود تحت عنوان "بررسی پروتکل‌های مسیریابی Ad Hoc ایمن موبایل" به بررسی انواع پروتکل‌های مسیریابی پرداخته و حمله جعل هویت را برجسته نموده است و بیان می‌کند که خطری برای امنیت شبکه تلفن همراه اختصاصی ایجاد می‌کند، به‌ویژه اگر روش احراز هویت صحیح بین گره‌ها وجود نداشته باشد. این حمله می‌تواند به گره‌های مضر اجازه ورود به شبکه و انجام فعالیت‌های نادرست را بدهد که به‌طور بالقوه محرمانگی شبکه را به خطر می‌اندازد(Abusalah, Khokhar, & Guizani, 2008) .

وجه افتراق تحقیقات بالا با پژوهش حاضر در این است که در این پژوهش از بعد امنیتی با تأکید بر اصل محرمانگی و بر اساس دو مؤلفه حملات کلاسیک و پایگاه داده میتر اتک، به روش‌های نفوذ به شبکه‌های اد_هاک پرداخته شد است.

در این تحقیق به شناسایی شیوه‌های نفوذ به محرمانگی در شبکه‌های اد_هاک بر اساس دو مؤلفه حملات کلاسیک و پایگاه داده میتر اتک، به‌عنوان جنبه نوآوری پرداخته شده است.(بخش های قرمز حذف شود)

روش‌شناسی پژوهش

ازآنجاکه محقق به دنبال یافتن پاسخی برای شیوه‌های نفوذ به شبکه‌های سایبر الکترومغناطیس (موردمطالعه، اد_هاک نظامی) در حوزه محرمانگی است و در نهایت با ارائه نتایج و پیشنهادهایی که سودمندی علمی را داشته باشد منجر به یافتن راه‌های نفوذ و روش‌های مقابله با آن شود، بنابراین نوع تحقیق کاربردی است.

روش تحقیق، توصیفی است؛ زیرا محقق به دنبال شناسایی موضوع بوده و بر اساس آنچه هست و بدون دخالت و دست‌کاری متغیرها در خصوص شناسایی شیوه‌های نفوذ به محرمانگی به توصیف منظم و نظام‌مند حملات می‌پردازند.

با توجه به اینکه محقق داده‌های به‌دست‌آمده و شواهد خود را درباره پدیده، مطالعه نموده و ابتدا از طریق گردآوری و تحلیل کیفی داده‌ها با نرم‌افزار اطلس تی‌ای فرایند را تکمیل کرده و پس از تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از طریق تحلیل کمی با نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس و اسمارت پی‌ال‌اس به تلفیق دو روش پرداخته است؛ پس رویکر تحقیق آمیخته است.

در این پژوهش جامعه مورد مطالعه، مقالات علمی معتبر، کتب مرتبط با موضوع، اسناد و مدارک موجود و همچنین استفاده از نظرات دریافت شده از مصاحبه با تعداد ۷ نفر صاحب‌نظران و خبرگانی است که در حوزه شبکه‌های سایبر الکترومغناطیس، دانش کافی را دارا بوده و به‌صورت عملی نیز در حال فعالیت در این حوزه می‌باشند. جامعه آماری، مرحله کمی، ۱۳۰ نفر با ویژگی‌های، آشنایی با شبکه‌های سایبر الکترومغناطیس، آشنایی با شبکه‌های مخابراتی و رایانه‌ای، حداقل دارای مدرک کارشناسی و ۱۰ سال سابقه خدمت باشند، بودند که نظرات آن‌ها در قالب پرسشنامه دریافت و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.روش نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی ساده[1] بوده و جامعه نمونه با فرمول کوکران با سطح خطای ۵ درصد، برابر ۹۷ نفر است.

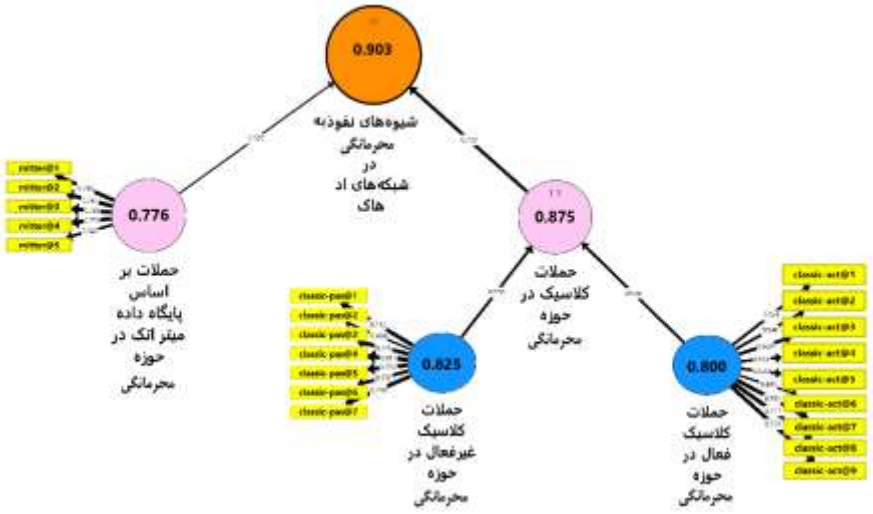
ابزارهای گردآوری اطلاعات به‌صورت میدانی و کتابخانه‌ای بوده و در روش میدانی از ابزار مصاحبه و پرسش‌نامه استفاده گردیده است.

در این تحقیق، تجزیه‌وتحلیل داده‌های کیفی با استفاده از روش تحلیل محتوا با استفاده از نرم‌افزار اطلس تی ای نسخه ۸,۴ و به شرح زیر انجام پذیرفته است:

برای انجام تحلیل کیفی در نرم‌افزار اطلس تی ای، در ابتدا پیشینه تحقیق و مصاحبه‌های صورت گرفته به‌صورت مجزا با عنوان سند تفکیک گردید. در گام دوم، پردازش اطلاعات شامل همگرایی داده‌ها (ترکیب)، واگرایی (تعدیل) و تقارن که از مجموع دسته‌بندی با تخصیص کدهای آزاد و سپس دسته‌بندی آن‌ها بر اساس اهداف تحقیق برای هر هدف انجام‌شده است. درنهایت در گام سوم، قضاوت و تصمیم‌گیری با توجه به شبکه‌ها و داده‌های استخراج‌شده از دسته‌بندی کدها و پس از پردازش جهت دست‌یابی و رسیدن به هدف مربوطه انجام‌گرفته است.

جهت بررسی پایایی ابزار سنجش در این پژوهش از آزمون آلفای کرونباخ که با استفاده از نرم‌افزار اسمارت پی‌ال‌اس به‌دست‌آمده استفاده‌شده است. نتایج این آزمون در شکل (۱) و جدول (۲) ارائه‌شده است.

[1] Simple Random Sampling



شکل (۱) خروجی نرم‌افزار SMART PLS جهت محاسبه آلفای کرونباخ مؤلفه‌ها

جدول (۱) مقادیر آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی متغیر تحقیق و مؤلفه‌های آن

متغیر پژوهش	آلفا کرونباخ	پایایی مرکب	مؤلفه‌های پژوهش	آلفا کرونباخ	پایایی مرکب	مؤلفه‌های پژوهش	آلفا کرونباخ	پایایی مرکب
شیوه‌های نفوذ به محرمانگی در شبکه‌های اد هاک	۰/۹۰۳	۰/۹۱۶	حملات کلاسیک	۰/۸۷۵	۰/۸۹۷	حملات کلاسیک فعال	۰/۸۰۰	۰/۸۴۶
						حملات کلاسیک غیرفعال	۰/۸۳۵	۰/۸۷۰
			حملات بر اساس پایگاه میتر اتک	۰/۷۷۶	۰/۸۵۰			

جدول (۲): مقادیر بارهای عاملی گویه‌ها

گویه‌ها	مؤلفه تحقیق		
	حملات کلاسیک فعال در حوزه محرمانگی	حملات کلاسیک غیرفعال در حوزه محرمانگی	حملات بر اساس پایگاه میتر اتک در حوزه محرمانگی

گویه‌ها	مؤلفه تحقیق		
	حملات کلاسیک فعال در حوزه محرمانگی	حملات کلاسیک غیرفعال در حوزه محرمانگی	حملات بر اساس پایگاه میتر اتک در حوزه محرمانگی
حمله انکار سرویس	۰/۵۱۹		
حمله کرم‌چاله	۰/۵۴۰		
حمله تزریق بسته	۰/۶۲۵		
حمله استهلاک منابع	۰/۵۶۲		
حمله نفوذ رله تبانی	۰/۵۳۱		
حمله جعل شبکه سلولی	۰/۴۹۱		
حمله بالماسکه کردن	۰/۷۸۲		
حمله بازپخش حمله	۰/۷۳۹		
حمله جعل هویت	۰/۷۳۰		
حمله استراق سمع		۰/۷۱۳	
حمله تجزیه‌وتحلیل ترافیک		۰/۴۳۴	
حمله مردمیانی غیرفعال		۰/۷۴۸	
حمله همبستگی ترافیک		۰/۸۱۱	
حمله استخراج بسته		۰/۷۴۱	
حمله ره‌گیری ترافیک		۰/۶۷۷	
حمله نشت اطلاعات		۰/۷۴۴	
حمله جلوگیری از سرویس از راه دور			۰/۷۷۶
حمله کرک دبلیو پی‌ای/ دبلیو پی‌ای دو			۰/۷۵۴
حمله به احراز هویت			۰/۷۸۲
حمله سازش بی‌سیم			۰/۷۶۳
حمله دوقلوهای شیطانی			۰/۵۵۳

شیوه محاسبه بار عاملی بدین‌صورت است که از طریق محاسبه با استفاده از نرم‌افزار اسمارت پی‌ال‌اس مقدار ارتباط هر یک از گویه‌های سازه با آن سازه محاسبه می‌گردد، چنانچه این مقدار برابر و یا بیشتر از مقدار ۰/۴ شود، مؤید این مطلب است که واریانس بین سازه و شاخص‌های آن از واریانس خطای اندازه‌گیری آن سازه بیشتر بوده و پایایی در مورد آن مدل اندازه‌گیری قابل‌قبول است. همان‌طور که در جدول (۳) قابل‌مشاهده است کلیه بارهای عاملی گویه‌های پژوهش بیشتر از ۰/۴ هستند که نشان‌دهنده پایایی قابل‌قبول مدل اندازه‌گیری دارد.

عامل دیگری که موردمحاسبه قرارگرفته است، عامل تورم واریانس[1] است که شدت هم خطی چندگانه را در تحلیل رگرسیون کمترین مربعات معمولی ارزیابی می‌کند. به بیان ساده شاخص VIF نشان می‌دهد که یک متغیر تا چه اندازه تحت تأثیر دیگر متغیرها رفتارش تغییر می‌کند. شدت هم خطی چندگانه را با بررسی بزرگی مقدار VIF می‌توان تحلیل نمود. عامل تورم واریانس یا VIF از تقسیم عدد یک بر تلورانس حاصل می‌شود، هرچه مقدار عامل تورم واریانس از عدد ۲ **بزرگ‌تر** باشد میزان هم خطی بیش‌تر است. نتیجه و تفسیر عامل تورم واریانس، معکوس تلورانس است یعنی هر چه مقدار تلورانس بیش‌تر باشد، مقدار عامل نورم واریانس کم‌تر است و برعکس. به عبارتی هر چه مقدار این ضریب افزایش یابد باعث می‌شود که واریانس ضرایب رگرسیونی افزایش‌یافته و درنتیجه مدل رگرسیون را برای پیش‌بینی نامناسب جلوه می‌دهد؛ بنابراین هر چه مقدار عمل تورم واریانس برای یک متغیر مستقل بیش‌تر از عدد ۳ باشد نتیجه می‌گیریم که آن متغیر نقش زیادی در مدل، نسبت به بقیه تغییرها ندارد.

جدول (۳) شاخص تورش واریانس VIF بیرونی برای تمامی متغیرهای واردشده

ردیف	حمله	VIF	ردیف	حمله	VIF
۱	حمله انکار سرویس	۱/۳۸۳	۱۲	حمله تجزیه‌وتحلیل ترافیک	۱/۷۷۵
۲	حمله کرم‌چاله	۱/۶۴۳	۱۳	حمله مردمیانی غیرفعال	۱/۸۸۸
۳	حمله تزریق بسته	۱/۳۶۶	۱۴	حمله همبستگی ترافیک	۲/۱۲۴
۴	حمله استهلاک منابع	۱/۴۰۸	۱۵	حمله استخراج بسته	۱/۸۳۶
۵	حمله نفوذ رله تبانی	۱/۳۴۲	۱۶	حمله ره‌گیری ترافیک	۱/۶۲۸
۶	حمله جعل شبکه سلولی	۱/۲۷۹	۱۷	حمله نشت اطلاعات	۱/۸۶۹
۷	حمله بالماسکه کردن	۱/۴۴۱	۱۸	حمله جلوگیری از سرویس از راه دور	۲/۷۸۰
۸	حمله بازپخش حمله	۲/۴۱۴	۱۹	حمله کرک دبلیو پی‌ای/ دبلیو پی‌ای‌دو	۲/۳۹۵
۹	حمله جعل هویت	۲/۲۹۰	۲۰	حمله به احراز هویت	۱/۷۴۹
۱۰	حمله انکار سرویس	۱/۶۱۷	۲۱	حمله سازش بی‌سیم	۱/۵۴۶
۱۱	حمله استراق سمع	۲/۱۲۲	۲۲	حمله دوقلوهای شیطانی	۱/۳۱۸

[1] Variance Inflation Factor (VIF)

جدول (۴) شاخص تورش واریانس VIF درونی برای تمامی متغیرهای وارد شده

	شیوه‌های نفوذ به محرمانگی در شبکه‌های اد هاک
حملات بر اساس پایگاه داده میتر اتک در حوزه محرمانگی	۲/۱۰۸
حملات کلاسیک در حوزه محرمانگی	۲/۱۰۸

همان‌طور که از جداول (۴) و (۵) قابل‌مشاهده است VIF متغیرها و گویه‌های تحقیق نقش زیادی در مدل ارائه‌شده دارند و به عبارتی پایایی تحقیق را تائید می‌نماید.

سپس گویه‌های استخراج و با استفاده از نرم‌افزار اسمارت پی‌ال‌اس فرض‌های تحقیق مورد آزمون قرار گرفته است.

برای این‌که بتوانیم کیفیت و قابل‌قبول بودن مدل اندازه‌گیری را بیشتر مورد ارزیابی قرار دهیم با استفاده از مدل شاخص اندازه‌گیری (شاخص اشتراک) سنجیده شد، این شاخص توانایی مدل را در پیش‌بینی متغیرهای مشاهده‌پذیر از طریق مقادیر متغیر پنهان متناظرشان می‌سنجد. چنانچه مقادیر این شاخص مثبت باشند نشانگر آن است که مدل ارائه‌شده کیفیت مناسب و قابل‌قبول را دارد. در جدول (۶) می‌توان مقادیر این شاخص که مربوط به هر یک از متغیرها پژوهش است را مشاهده کرد. همان‌طور که مشاهده می‌شود کلیه مقادیر بزرگ‌تر از صفر و مثبت هستند؛ که نشان دهنده کیفیت مناسب و قابل‌قبول بودن مدل‌ها است.

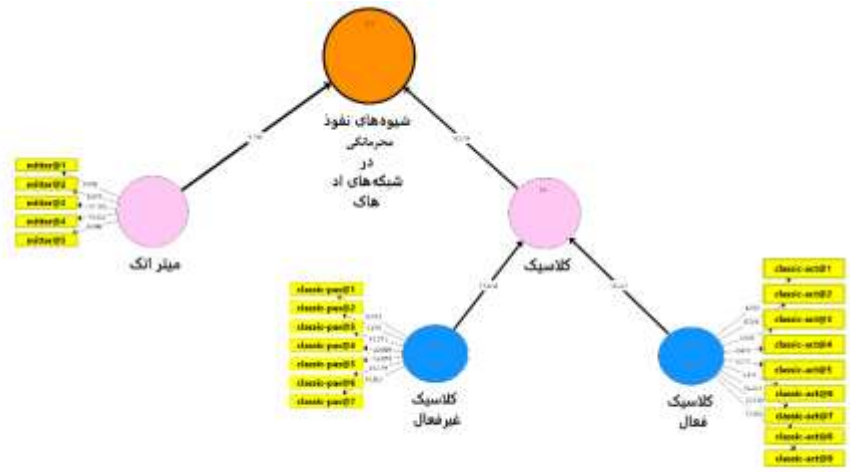
جدول (۵) نتایج آزمون کیفیت مدل اندازه‌گیری

متغیر	CV.Com
شیوه‌های نفوذ به محرمانگی در شبکه‌های اد هاک	۰/۲۷۲
حملات بر اساس پایگاه داده میتر اتک در حوزه محرمانگی	۰/۳۰۲
حملات کلاسیک در حوزه محرمانگی	۰/۲۶۴
حملات کلاسیک غیرفعال در حوزه محرمانگی	۰/۳۳۳
حملات کلاسیک فعال در حوزه محرمانگی	۰/۲۳۲

یافته‌های پژوهش(تحلیل های بخش کمی که با اس پی اس اس انجام شده کجاست ؟؟)

در جهت ارزیابی میزان برازش مدل ساختاری بر اساس ضرایب معناداری مقادیر t-values در نرم‌افزار اسمارت پی‌ال‌اس استفاده گردید که با اجرای فرمان بوت استرپینگ مقادیر بر روی خطوط مسیرها نشان داده می‌شوند. برای تائید فرضیه پژوهش می‌بایست مقادیر از ۱/۹۶ بیش‌تر باشد تا صحت رابطه بین سازه‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد تائید گردد. در شکل (۲) و جدول (۷) می‌توان مقادیر به‌دست‌آمده برای ارزیابی بخش ساختاری مدل را مشاهده نمود. کلیه مقادیر از عدد

ذکرشده بالاتر هستند که حاکی از معنادار بودن مسیرها، تأیید تمام فرضیه‌های پژوهش و مناسب بودن مدل ساختاری است.



شکل (۲) خروجی نرم‌افزار SMART PLS جهت محاسبه نتایج آزمون مسیر و آماره T

جدول (۶) نتایج آزمون مسیر و آماره T

	ضریب مسیر	میانگین نمونه (M)	انحراف استاندارد (STDEV)	آماره T	مقادیر P
حملات بر اساس پایگاه داده میتر اتک در حوزه محرمانگی -> شیوه‌های نفوذ به محرمانگی در شبکه‌های اد هاک	۰/۳۷۰	۰/۳۷۱	۰/۰۳۰	۱۲/۴۱۸	۰/۰۰۰
حملات کلاسیک در حوزه محرمانگی-> شیوه‌های نفوذ به محرمانگی در شبکه‌های اد هاک	۰/۷۰۰	۰/۶۹۷	۰/۰۳۳	۲۱/۵۲۶	۰/۰۰۰
حملات کلاسیک غیرفعال در حوزه محرمانگی- > حملات کلاسیک در حوزه محرمانگی	۰/۵۵۸	۰/۵۵۶	۰/۰۴۸	۱۱/۶۳۱	۰/۰۰۰
حملات کلاسیک فعال در حوزه محرمانگی-> حملات کلاسیک در حوزه محرمانگی	۰/۵۲۸	۰/۵۲۴	۰/۰۴۹	۱۰/۸۴۸	۰/۰۰۰

با تأمل در موارد بیان‌شده و با توجه به اطلاعات استخراج‌شده در بند پردازش داده‌ها می‌توان بر اساس اسناد و مدارک مرتبط و مصاحبه با صاحب‌نظران چنین نتیجه گرفت که با در نظر گرفتن میزان تأکید بر نوع حملات به شبکه‌های اد_هاک در حوزه محرمانگی، برمبنای حملات کلاسیک و میتر اتک، شیوه‌های نفوذ به شرح زیر است:

با بهره‌برداری از آمار توصیفی و با توجه به جدول (۲) تا (۷) و با در نظر گرفتن بار عاملی هر کدام از گویه‌ها بر روی مؤلفه‌های و ابعاد پژوهش، هر شاخص از دیدگاه پاسخ‌دهندگان، شاخص‌های احصاء شده برای هر مؤلفه در بعد محرمانگی به شرح زیر است:

مؤلفه کلاسیک فعال شامل:

۱- حمله بالماسکه کردن - (۰/۷۸۲)

۲- حمله بازپخش حمله - (۰/۷۳۹)

۳- حمله جعل هویت - (۰/۷۳۰)

۴- حمله تزریق بسته - (۰/۶۲۵)

۵- حمله استهلاک منابع - (۰/۵۶۲)

۶- حمله کرم‌چاله - (۰/۵۴۰)

۷- حمله نفوذ رله تبانی - (۰/۵۳۱)

۸- حمله انکار سرویس - (۰/۵۱۹)

۹- حمله جعل شبکه سلولی - (۰/۴۹۱)

مؤلفه کلاسیک غیرفعال شامل:

۱- حمله استراق سمع - (۰/۸۱۱)

۲- حمله تجزیه‌وتحلیل ترافیک - (۰/۷۴۸)

۳- حمله مردمیانی غیرفعال - (۰/۷۴۴)

۴- حمله همبستگی ترافیک - (۰/۷۴۱)

۵- حمله استخراج بسته - (۰/۷۱۳)

۶- حمله ره‌گیری ترافیک- (۰/۶۷۷)

۷- حمله نشت اطلاعات - (۰/۴۳۴)

مؤلفه میتر اتک شامل:

۱- حمله جلوگیری از سرویس از راه دور – (۰/۷۷۶)

۲- حمله کرک دبلیو پی‌ای/ دبلیو پی‌ای دو - (۰/۷۵۴)

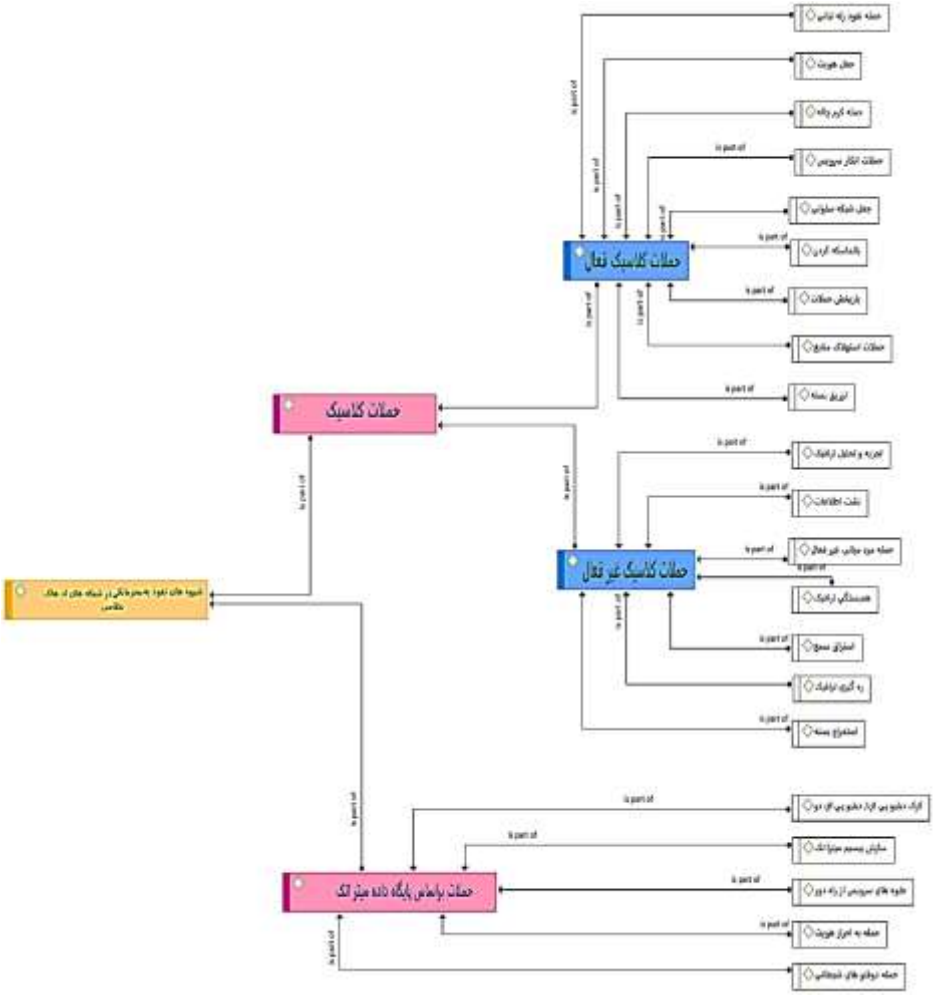
۳- حمله به احراز هویت - (۰/۷۸۲)

۴- حمله سازش بی‌سیم - (۰/۷۶۳)

۵- حمله دوقلوهای شیطانی - (۰/۵۵۳)

ازآنجاکه شاخص‌های بعد محرمانگی بر اساس نظرات ارزشمند صاحب‌نظران و همچنین مطالعه و تجزیه‌وتحلیل اسناد و مدارک در مرحله تجزیه‌وتحلیل کیفی احصاء گردید و سپس نظرات

جامعه آماری طی توزیع پرسش‌نامه تنظیمی دریافت و مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفته که نتایج تائید کننده تطبیق نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل کیفی و کمی صورت گرفته است.



شکل (۳) خروجی نرم‌افزار اطلس تی‌ای از نتیجه تجزیه‌وتحلیل کیفی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این تحقیق به‌منظور شناسایی شیوه‌های نفوذ به شبکه‌های اد_هاک، انجام‌شده است. در این تحقیق از روش توصیفی با رویکرد آمیخته و ابزارهایی مانند؛ اسناد و مدارک، مصاحبه و پرسشنامه، جهت گردآوری اطلاعات و داده‌های تحقیق، استفاده‌شده است. به همین منظور جهت دسترسی به هدف اصلی پژوهش، منابع تحقیقات گذشته، کتب، اسناد و مدارک موجود و مصاحبه‌های صاحب‌نظران که در راستای اهداف تحقیق بوده با استفاده از نرم‌افزار اطلس تی‌ای

مورد تجزیه‌وتحلیل کیفی قرارگرفته و سپس بر اساس نتایج به‌دست‌آمده پرسشنامه تدوین، جهت پاسخگویی برای گروه نمونه ارسال و پس از جمع‌آوری با نرم‌افزار آماری اس.پی.اس.اس و اسمارت پی‌ال‌اس مورد تجزیه‌وتحلیل کمی (توصیفی) قرارگرفته که در جمع‌بندی کلی، نتایج نهایی بر اساس و سؤالات تحقیق به شرح زیر استخراج گردیده است.

با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان به شرح زیر نتیجه‌گیری نمود که موارد استفاده از شبکه‌های اد_هاک به دلیل راحتی و سرعت در استقرار، تحرک بالا و همچنین توپولوژی پویای آن امروزه رو به افزایش است. از اماکنی که در آن استفاده از این شبکه در حال افزایش است می‌توان به سازمان‌های نظامی اشاره نمود که چند نمونه آن در بخش مبانی نظری اشاره گیرید. شرکت هرمس به‌عنوان یک شرکت بزرگ ارائه‌دهنده بی‌سیم‌های نظامی با قابلیت بهره‌گیری از شبکه اد_هاک است؛ در این پژوهش سعی شده است تا حداکثر دقت در انتخاب روش‌های نفوذ متناسب با شبکه اد_هاک نظامی انجام گیرد و در این راه از منبع معتبر و نظر خبرگان استفاده شده که نتایج آن برای نفوذ به محرمانگی به شرح زیر آورده شده است.

محرمانگی همان‌طور که بیان شد، به محافظت از داده‌های ارسال‌شده توسط یک دستگاه اشاره دارد به‌طوری‌که توسط یک فرد یا نقطه دسترسی غیرمجاز، غیرقابل خواندن شود. ازآنجایی‌که شبکه‌های بی‌سیم در تمام جهات منتشر می‌شوند و در محدوده انتقال مستقیم داده قرار دارند، بازیابی داده‌ها و شنود را ساده می‌کنند، بنابراین بسیار مهم است که داده‌ها از کاربر یا دستگاه غیرمجاز محرمانه نگه داشته شوند. در حال حاضر روش‌های بسیاری برای حفظ محرمانگی در شبکه‌های اد_هاک مورد استفاده قرار می‌گیرد که نفوذ به آن را تا حدودی مشکل می‌نماید.

مهم‌ترین شیوه‌های نفوذ به شبکه‌های اد_هاک در حوزه محرمانگی، بر اساس تجزیه‌وتحلیل انجام شده، عبارت‌اند از:

- حملات کلاسیک فعال، مشتمل بر حمله جعل هویت، حمله تزریق بسته، حمله سیبیل، حمله جعل شبکه سلولی و حمله انکار سرویس؛
- حملات کلاسیک غیرفعال مشتمل بر حمله تجزیه‌وتحلیل ترافیک، حمله ره‌گیری ترافیک، حمله استشمام بسته، حمله استخراج بسته و حمله نشت اطلاعات؛
- حملات میتر اتک مشتمل بر حمله جلوگیری از سرویس از راه دور و حمله کرک دبلیو پی‌ای/ دبلیو پی‌ای دو.

پیشنهادهای اجرایی

۱- استفاده از پروتکل‌های امنیتی به‌روز نظیر دبلیو ای پی ۳ در دستگاه‌هایی که بر مبنای شبکه‌های اد هاک فعالیت می‌کنند می‌تواند در بالا بردن امنیت آن‌ها کمک به سزایی نماید و

تا حدودی شبکه را در مقابله حملات جعل هویت، جلوگیری از حمله کرک دبلیو پی ای/ دبلیو پی ای ۲ و حمله استخراج بسته ایمن نماید.

۲- پیش‌بینی سیستم تشخیص نفوذ در ساختار شبکه اد هاک به‌منظور پایش شبکه و شناسایی فعالیت غیرمجاز در جهت شناسایی حمله تزریق بسته و حمله نشت اطلاعات می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۳- تهیه پروتکل و الگوریتم‌های رمز بر پایه فناوری‌های داخلی در جهت جلوگیری از شنود در شبکه.

۴- تهیه بسته‌های امنیتی متفاوت جهت جلوگیری از ورود غیرمجاز کاربران به شبکه.

تشریح یافته‌های علمی تحقیق

نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که شبکه‌های اد_هاک در برابر حملات ذکر شده بیشتر از همه آسیب‌پذیر بوده و در جهت افزایش امنیت در شبکه اد هاک می‌بایست بیشترین تمرکز بر روی این حملات قرار گیرد.

قدردانی

از تمامی خبرگان و اساتیدی که دانش خویش را سخاوتمندانه در اختیار محققان این پژوهش قرار دادند، کمال تشکر را داریم.

منابع

- افشار هراتی، نسرین. (۱۴۰۰). بررسی ساختارهای امنیت در شبکه‌های Ad Hoc با رویکرد نو، *پنجمین همایش بین‌المللی دانش و فناوری مهندسی برق*، کامپیوتر و مکانیک ایران، تهران، https://civilica.com/doc/1238055.
- شاهسوندی، محمد. (۱۳۹۲). شبکه اد هاک، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مهندسی فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی*، دانشگاه پیام نور واحد ایذه، ایذه.
- محمدی حمیدرضا. بررسی روش‌های نفوذ در شبکه‌های بی‌سیم wi-fi. *امنیت فضای تولید و تبادل اطلاعات (منادی)*. ۹(۱): ۳۸-۳۱.
- Abusalah, L., Khokhar, A., & Guizani, M. (2008). A survey of secure mobile Ad Hoc routing protocols. 10(4), 78-93. doi:10.1109/SURV.2008.080407.
- Agrawal, R., Faujdar, N., Romero, C., Sharma, O., Abdulsahib, G., Khalaf, O., Ghoneim, O. (2023, March). Classification and comparison of ad hoc networks: A review. Egyptian Informatics Journal, 24(1), 1-25. doi:https://doi.org/10.1016/j.eij.2022.10.004.
- Barmanroy, D., & Chaki, R. (2014). Different Types of Attacks for WANs. *In N. Chaki, & R. Chaki, Intrusion Detection in Wireless Ad-Hoc Networks* (pp. 95-110).

- Basagni, S., Conti, M., Giordano, S., & Stojmenovic, I. (2013). Mobile Ad Hoc Networking: Cutting Edge Directions (Second ed., Vol. 23).
- Chang, T.-H., Lin, J.-W., Chen, C.-M., & Lai, G.-H. (2018). The Method of Capturing the Encrypted Password Packets of WPA & WPA2, Automatic, Semi-Automatic or Manual? 2018 IEEE Conference on Dependable and Secure Computing (DSC) (pp. 1-4). Kaohsiung, Taiwan: IEEE. doi:10.1109/DESEC.2018.8625156
- Copeland, M. (2021). Cloud Defense Strategies with Azure Sentinel: Hands-on Threat Hunting in Cloud. New Braunfels, TX, USA. doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7132-2.
- Enterprise Matrix. (2020, Decamber 29). Retrieved from attack.mitre.org: https://attack.mitre.org/matrices/enterprise/ Enterprise Matrix.
- FM 3-0. (2017, October 6). Operations. Headquarters, Department Of The Army. Washington: Department of the Army USA.
- Harris Corporatio. (2024). AN/PRC-167 MULTI-CHANNEL MANPACK. Retrieved from www.l3harris.com: https://www.l3harris.com/all-capabilities/an-prc-167-multi-channel-manpack.
- Harris Corporation. (2024, January 13). AN/PRC-163 MULTI-CHANNEL HANDHELD RADIO. Retrieved from www.l3harris.com/: https://www.l3harris.com/all-capabilities/an-prc-163-multi-channel-handheld-radio.
- Nabben, K., & Rennie, E. (2022). Ad hoc network. Internet Policy Review, 11(2). Retrieved from https://doi.org/10.14763/2022.2.1666.
- Sbai, O., & Elboukhari, M. (2018). Classification of Mobile Ad Hoc Networks Attacks. *Chulalongkorn University provided by UniNet*, 618-624.
- Singh, J., Dutta, P., & Chakrabarti, A. (2018). Ad Hoc Networks (1 ed.). Springer Singapore. doi:https://doi.org/10.1007/978-981-10-8770-7.
- Stukova , I., & Crawford, B. (2019, Lune). Short-Term Self-Moving Tactical Networks In Austere Environments. *Master Of Science In Network Operations And Technology*, 123. Monterey, California.
- Toh, C., Lee, E., & Ramos, N. (2004). Next-generation tactical ad hoc mobile wireless. *Technology Review Journal*, 125.