

# Investigating and Assessing the Vulnerability of Transportation Networks and Analyzing its Interaction with Urban Airports

A. Saeedi\*, A. Vahidi, H. A. Alirezaei

## Abstract

What in this research it has been addressd vulnerability review and assessment transportion networks and its interaction analysis Emphasis on urban air ports against man made threats and proposals to reduce vulnerability based on the principles and foundations of passive defense is. Airports by providing fast shipping platform and passenger and with high capacity between regions with a long distance to the comprehensive development of countries and even the provinces help a lot so that it as one of the symbols of development Civilian airports are currently considered as one of the vital and valuable assets in any country that is considered as one of the air borders, and will be very important, so that taking measures to reduce their vulnerability to threats is necessary and unavoidable, so that The slightest disturbance in its functioning or damage to its body causes huge material and moral damages. The current research is an applied research, and it is in the category of descriptive-analytical research, the required information has been collected using documentary methods, including library documents, observations and field. For this purpose, a number of 32 experts were chosen as experts and FEMA method was used for risk analysis and the information was analyzed using Expert choice software and AHP technique. The findings of the research show that the assets of city airports in different sectors are seriously vulnerable to military attacks and man-made terrorist acts Of course, according to the type, nature and function of each of the infrastructure elements, the degree and level of vulnerability is different And it is possible to explain the factors of increasing vulnerability and the ways to reduce it for each key asset, with the aim of ensuring the continuity of activity and maintaining the airport infrastructure and protecting human lives.

**Key Words:** *Passive Defense, Assets, Vulnerability, Threats, Airports*

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

**Publisher:** Imam Hussein University

© Authors



## بررسی و ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه‌های حمل‌ونقل و تحلیل اندرکنش آن با تأکید بر فرودگاه‌های شهری

علی سعیدی<sup>۱\*</sup>، علی وحیدی<sup>۲</sup>، حسنعلی علیرضایی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۶

### چکیده

آنچه در این تحقیق به آن پرداخته شده است بررسی و ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه‌های حمل‌ونقل و تحلیل اندرکنش آن با تأکید بر فرودگاه‌های شهری در برابر تهدیدات انسان‌ساخت و ارائه پیشنهادها کاهش آسیب‌پذیری بر مبنای اصول و مبانی پدافند غیرعامل است. فرودگاه‌ها با فراهم آوردن بستر حمل‌ونقل سریع کالا و مسافر و با ظرفیت بالا بین مناطق بافاصله زیاد به توسعه همه‌جانبه کشورها و حتی استان‌ها کمک شایانی می‌نمایند به طوری که از آن به‌عنوان یکی از نمادهای توسعه در جوامع مختلف یاد می‌شود. فرودگاه‌های غیرنظامی در حال حاضر به‌عنوان یکی از دارائی‌های حیاتی و ارزشمند در هر کشوری که به‌عنوان یکی از مرزهای هوایی تلقی شده به شمار می‌رود، و از اهمیت فراوانی برخوردار خواهد بود به نحوی که انجام اقداماتی در جهت کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر تهدیدات، امری ضروری اجتناب‌ناپذیر است، به طوری که کوچک‌ترین اختلال در عملکرد و یا آسیب به کالبد آن به وجود آید، موجب خسارت‌های هنگفت مادی و معنوی می‌گردد. پژوهش حاضر تحقیقی کاربردی بوده، و در زمره پژوهش‌های توصیفی-تحلیلی قرارداد، اطلاعات موردنیاز با استفاده از روش‌ها یا اسنادی، شامل اسناد کتابخانه‌ای، مشاهداتی و میدانی گردآوری شده است. برای این منظور تعداد ۳۲ نفر کارشناس به‌عنوان خبره انتخاب و از روش FEMA جهت تحلیل ریسک استفاده شده و اطلاعات با استفاده از نرم‌افزارهای Expert Choice و تکنیک AHP مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که دارایی‌های فرودگاه‌های شهری در بخش‌های مختلف در مقابل حملات نظامی و اقدامات تروریستی انسان‌ساخت به‌طور جدی آسیب‌پذیر هستند. البته با توجه به نوع، ماهیت و کارکرد هر کدام از عناصر زیرساخت‌ها، میزان و سطح آسیب‌پذیری متفاوت است. و می‌توان عوامل افزایش آسیب‌پذیری و راهکارهای کاهش آن را برای تک‌تک دارایی‌های کلیدی، باهدف تضمین تداوم فعالیت و حفظ زیرساخت‌های فرودگاه و حفاظت از جان انسان‌ها را تشریح نمود.

**کلید واژه‌ها:** پدافند غیرعامل، دارایی‌ها، آسیب‌پذیری، تهدیدات، فرودگاه



\* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز (CC BY) Creative Commons Attribution توزیع شده است.

نویسندگان ©

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع)

<sup>۱</sup> دانشیار دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران - (asaidi40@gmail.com) - نویسنده مسئول

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد پدافند غیر عامل دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد پدافند غیر عامل دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

## ۱- مقدمه

می‌باشند. سابقه رخداد تهدیدات انسان‌ساخت در فرودگاه‌های کشورهای مختلف، بسیار پرتکرار بوده و تهدیداتی نظیر حملات هوایی و موشکی، تهدیدات تروریستی، خرابکاری عمدی، بمب‌گذاری و حملات سایبری از فراوانی بیشتری برخوردارند که این امر موجب می‌گردد نتوان از احتمال وقوع این‌گونه تهدیدات در فرودگاه‌های شهری چشم‌پوشی نمود. فلذا مشکل اصلی در تداوم فعالیت فرودگاه‌ها به‌عنوان رکن اصلی سیستم حمل‌ونقل هوایی در استان‌ها و بلکه کشور پتانسیل بالقوه رخداد تهدیدات فوق‌الذکر در آن‌ها است و اهداف جذابی برای دشمنان محسوب می‌شوند. همچنین با توجه به حضور تعداد قابل‌توجهی از مسافرن، مشایعت‌کنندگان و استقبال‌کنندگان و کارکنان فرودگاهی و عوامل پروازی، در فرودگاه و در صورت رخداد تهدیدات انسان‌ساخت عمدی و عدم آمادگی کافی در مواجهه با این تهدیدات، تبعات غیرقابل‌پیش‌بینی را به دنبال خواهد داشت، که مهم‌ترین آن‌ها اختلال در امنیت ملی، تلفات نیروی انسانی و پیامدهای منفی اقتصادی، اجتماعی و سیاسی است. از همین رو، در صورتی که نقاط ضعف فرودگاه‌های شهری در برابر تهدیدات مذکور شناسایی برطرف نشود، قابلیت پاسخگویی مناسب به نیازهای استفاده‌کنندگان را در شرایط بحران نداشته، و خسارات ناشی از رخداد تهدیدات در آن‌ها قابل ملاحظه خواهد بود. که به نظرمی رسد رعایت اصول و ملاحظات دفاع غیرعامل می‌تواند راه‌حل مناسبی در افزایش بازدارندگی فرودگاه‌های شهری باشد و به نحو قابل‌توجهی قابلیت کاستن از تبعات منفی و پیامدهای رخداد تهدیدات در فرودگاه را ایجاد نماید. تحقیق حاضر بر آن است تا با پرداختن به مسئله مهم کشف و بررسی آسیب‌پذیری‌های فرودگاه‌های شهری در برابر تهدیدات انسان‌ساخت عمدی، راهکارهای مناسب از منظر دفاع غیرعامل و در راستای کاستن آسیب‌پذیری‌های دارایی‌های تعریف‌شده در این فضاهای عمومی را استخراج، و گامی در جهت ارتقای پایداری فرودگاه در زمان بحران بردارد. بنابراین با توجه به موارد مذکور، در این تحقیق آسیب‌پذیری‌های دارایی‌های مهم فرودگاه‌های شهری به‌عنوان مسئله مورد بررسی، ارزیابی و تحلیل قرار گرفته و پیشنهادها مبتنی بر ملاحظات پدافند غیرعامل ارائه شده است. همه‌ساله اعتبارات زیادی صرف احداث زیرساخت‌های حیاتی در کشور می‌گردد و از سوی دیگر هرروزه در گوشه‌ای از جهان شاهد تخریب و انهدام زیرساخت‌های ملی کشورها در اثر بمباران‌ها و آتش ویرانگر دشمنان هستیم و امروزه این روند، متوقف نشده و ادامه خواهد یافت. بایستی جایگاه هر زیرساخت و میزان اهمیت آن مشخص گردد [۳]. از این رو می‌توان به این نتیجه رسیده در مورد زیرساخت‌های حیاتی مخصوصاً

زیرساخت‌ها یا شریان‌های حیاتی شامل دستگاه‌ها و دارایی‌ها اعم از فیزیکی یا معنوی است، که برای کشور ضروری بوده و هرگونه اختلال در خدمات آن می‌تواند تأثیر جدی بر امنیت ملی، رفاه اقتصادی بهداشت عمومی و یا ایمنی، و یا ترکیبی از آن‌ها داشته باشد [۱]. از آنجاکه زیرساخت‌های حیاتی به‌صورت شبکه وار، و هم افزایه تداوم و توسعه فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و... در یک کشور گره خورده است بایستی جایگاه هر زیرساخت و میزان اهمیت آن مشخص گردد. از این رو می‌توان به این نتیجه رسیده در مورد زیرساخت‌های حیاتی به‌خصوص زیرساخت‌های مواصلاتی همچون فرودگاه‌ها، بایستی به بررسی آسیب‌پذیری و ارزیابی ریسک تهدیدات دشمنان مبادرت ورزید. و این اقدام ابتدا به درک صحیحی از نقاط ضعف زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوایی به‌ویژه فرودگاه‌ها کمک می‌نماید با مشخص نمودن میزان جذابیت آن برای تهاجم به ارائه راهکارها و تمهیدات پدافند غیرعامل به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری مبادرت می‌گردد. همچنین موضوع کاهش آسیب‌پذیری یکی از مهم‌ترین اهداف دفاع غیرعامل هست و رابطه مستقیم با تداوم فعالیت زیرساخت‌های مواصلاتی از جمله فرودگاه‌ها دارد، که در صورت شناخت آسیب‌پذیری می‌توان ضمن افزایش قدرت بازدارندگی، در نهایت به افزایش پایداری ملی کمک نمود [۲]. زیرساخت‌های مواصلاتی از جمله فرودگاه‌ها که در استراتژی انهدام مراکز ثقل واردن در حلقه سوم قرار دادند، جزء با اولویت‌ترین اهداف دشمن هست و این موضوع در خصوص فرودگاه‌های شهری که جزء مراکز حیاتی در استان‌های کشور محسوب می‌گردد اولویت مضاعفی دارد، لذا شایسته است با اقدامات دفاع غیرعامل، آسیب‌پذیری تأسیسات، تجهیزات، و نیروی انسانی این مراکز را در برابر تهدیدات دشمن به حداقل ممکن کاهش داد، تا تداوم و استمرار مأموریت و فعالیت آن در زمان بروز تهدید تضمین گردد [۳].

## ۲- بیان مسئله

فرودگاه‌های شهری در حال حاضر به‌عنوان یکی از دارایی‌های ارزشمند در استان‌های کشور به‌شمار می‌رود. طبق تعریف، فرودگاه به محدوده مکانی، فضایی اطلاق می‌شود که برای برقرار کردن ارتباط هوایی بین نقاط مختلف بکار می‌رود. و با فراهم آوردن بستر حمل‌ونقل سریع کالا و مسافر و با ظرفیت بالا بین مناطق بافاصله زیاد به توسعه همه‌جانبه کشور و استان کمک شایانی می‌نماید. فرودگاه‌ها از بخش‌های مختلفی نظیر باند پرواز، تاکسی وی، توقفگاه، برج مراقبت، پایانه مسافری و... تشکیل می‌گردد که ارکان اصلی عملکرد و تداوم فعالیت فرودگاه

wood [۱۰] در سال ۲۰۰۵، مقاله‌ای با موضوع طراحی فرودگاه و بهره‌برداری با رویکرد امنیت سیستم روابط میان کاربری‌های مختلف و نحوه مدیریت یکپارچه فرودگاه در برابر تهدیدات تروریستی بیان می‌کند. مؤلف آن با غلبه بر دیدگاه سنتی به فرودگاه که آن را فقط به باند و پایانه محدود می‌نمود، رویکردی نوین به فرودگاه دارد. در این رویکرد جدید فرودگاه به‌عنوان یک سیستم پیچیده از تجهیزات و سرمایه بسیار مهم یک منطقه تلقی می‌شود که امکان خسارات فلج‌کننده در قبال تروریسم دارد.

#### ۴- مواد و روش

##### ۴-۱- روش‌شناسی

تحقیق حاضر درصدد بررسی شرایط موجود و استخراج آسیب‌پذیری اجزای فرودگاه‌های شهری در برابر تهدیدات انسان‌ساخت بوده، بر همین اساس روش تحقیق انتخابی، روش توصیفی است. به‌منظور و تحلیل داده‌ها در یک تحقیق می‌توان از رویکردهای کمی و کیفی بهره برد [۷]. در این پژوهش روش ترکیبی (کمی-کیفی) انتخاب شده است. جهت استخراج آسیب‌های ناشی از رخداد آن‌ها و راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری از روش کتابخانه‌ای، مصاحبه (کیفی) و همچنین به‌منظور ارزیابی آسیب‌پذیری | استخراج عدد آسیب نیز از روش پرسشنامه (کمی) به‌وسیله تکنیک FEMA1 (آژانس فدرال مدیریت بحران ایالت متحده آمریکا) بهره برده شده است. افرادی که به‌منظور تکمیل پرسشنامه‌ها از روش نمونه‌گیری قضاوتی انتخاب شدند دارای حداقل یکی از شروط زیر بودند:

\* تعداد ۱۱ نفر دارای مدرک دکتری با سابقه فعالیت در حوزه پدافند غیرعامل، شهرسازی، حمل‌ونقل، علوم دفاعی

\* تعداد ۱۲ نفر دارای مدرک کارشناسی ارشد با سابقه فعالیت در حوزه پدافند غیرعامل، شهرسازی، علوم دفاعی، مخابرات الکترونیک

\* تعداد ۵ نفر دارای مدرک کارشناسی ارشد با سابقه فعالیت در

حوزه عمران

\* تعداد ۴ نفر دانشجوی ترم آخر کارشناسی ارشد در رشته پدافند غیرعامل

براین اساس تعداد حدود ۴۰ نفر جامعه خبرگان تحقیق را تشکیل می‌دهند که از این میان تعداد ۳۲ پرسشنامه تکمیل شده عودت گردید و مبنای تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

زیرساخت‌های مواصلاتی همچون فرودگاه‌های شهری، بایستی به بررسی آسیب‌پذیری و ارزیابی ریسک تهدیدات دشمنان مبادرت ورزید که در صورت انجام این تحقیق نتایج معتبری در خصوص آسیب‌پذیری‌های فرودگاه‌های شهری حاصل می‌شود و این اقدام به درک صحیحی از نقاط ضعف زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوایی به‌ویژه فرودگاه‌ها کمک می‌نماید و با مشخص نمودن میزان جذابیت آن برای تهاجم به ارائه راهکارها و تمهیدات پدافند غیرعامل به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری مبادرت می‌گردد. همچنین موضوع کاهش آسیب‌پذیری یکی از مهم‌ترین اهداف دفاع غیرعامل هست و رابطه مستقیم با تداوم فعالیت زیرساخت‌های مواصلاتی از جمله فرودگاه‌های شهری را دارد، که در صورت شناخت آسیب‌پذیری می‌توان ضمن افزایش قدرت بازدارندگی، در نهایت به افزایش پایداری ملی کمک نمود با توجه به اهمیت زیرساخت‌های مواصلاتی مخصوصاً شبکه حمل‌ونقل هوایی و فرودگاه‌های کشور چه از نظر سیاسی و چه از لحاظ فنی، ضرورت پرداختن به موضوع برآورد تهدید و ارزیابی آسیب‌پذیری، حائز اهمیت می‌گردد [۱].

##### ۳- پیشینه تحقیق

سید رضا موسوی و همکاران [۱] در مقاله خود تحت عنوان ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حیاتی در برابر تهدیدات انسان‌ساخت، نمونه موردی: فرودگاه‌های بین‌المللی غیرنظامی بر مبنای اصول و مبانی پدافند غیرعامل در سال ۱۳۹۷، پرداخته است.

محمدحسن عطایی [۲] در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود تحت عنوان، ارزیابی تهدیدات و آسیب‌های فرودگاه‌ها و ارائه راهکارها با رویکرد پدافند غیرعامل، نمونه موردی: فرودگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) در سال ۱۳۹۴ به ارزیابی دارائی‌های کلیدی فرودگاه، ارزیابی تهدیدات فرودگاه و ارزیابی آسیب‌پذیری فرودگاه و شناسایی ریسک تک‌تک دارائی‌های کلیدی فرودگاه و برشمردن عوامل گوناگون افزایش آسیب‌پذیری و تحلیل کیفی آن‌ها با ارائه راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری در محدوده مورد مطالعه می‌پردازد.

Cioac [۹] در سال ۲۰۱۳، مقاله‌ای با عنوان ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوایی در برابر تهدیدات تروریستی به بررسی احتمال رخداد تهدیدات در فرودگاه به‌ویژه پایانه‌های مسافربری می‌پردازد و به‌منظور خنثی نمودن و یا کاستن از اثرات تهدید تروریستی بر روی پایانه‌ها راهکارهایی را ارائه می‌دهد.

## ۴-۲- روش تجزیه تحلیل

در این تحقیق از روش AHP و FEMA جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شده است. پس از توزیع پرسشنامه‌ها تکمیل آن توسط جامعه خبرگان تحقیق، میانگین حسابی نظرات جامعه خبرگان بر اساس طیف لیکرت نمره دهی شده که به روش FEMA مرسوم است. اما نمرات ارائه شده از این طریق برای ارزیابی تهدیدات فرودگاه‌های شهری مؤثر نیست، زیرا وزن شاخص‌ها در آن‌ها لحاظ نشده است. در این راستا با در نظر گرفتن وزن هر شاخص می‌توان به ارزیابی صحیح میزان آسیب‌پذیری فرودگاه‌های شهری دست‌یافت که این مهم با استفاده از روش AHP انجام می‌گیرد.

## ۵- مبانی نظری

اگر شناخت ابعاد خطر رخداد تهدید در حوزه مورد مطالعه و آسیب‌های محتمل در نتیجه آن، به درستی حاصل شود، می‌توان سطح و نوع اقدام‌های مقابله با این آسیب‌ها را نیز تا مقیاس تک‌تک افراد به‌طور گسترده تعریف نمود و توسعه بخشید. از این رو به نظر می‌رسد مطالعات آسیب‌شناسی پس از مطالعات تهدید شناسی دومین جزء لاینفک کلیه مطالعات پدافندی (عامل غیرعامل) محسوب می‌شود [۴]. آسیب‌پذیری پدیده‌ای ایستا نیست بلکه به‌عنوان یک فرآیند پویا در نظر گرفته می‌شود که احتمال ضرر و زیان را تغییر می‌دهد و بر آن‌ها اثر می‌گذارد. محققین بر دو نوع آسیب‌پذیری تأکید دارند. اولی آسیب‌پذیری مردم در برابر سانحه یعنی اینکه تا چه حد در خطر هستند و اینکه تا چه حدی می‌توانند بر اثرات آن فائق آیند. دومین آسیب‌پذیری سازمان‌ها و دستگاه‌های کلیدی از قبیل: تجهیزات آب، شبکه‌های اورژانس و بیمارستان‌ها در برابر سانحه است [۱].

آسیب‌پذیری خود مشتمل بر دو جزء است: ۱- استعداد  
۲- تاب‌آوری استعداد. یعنی جامعه، فرد یا سازمان مورد نظر تا چه اندازه در برابر بحران‌هایی که آن را تهدید می‌کند قابلیت آسیب

دیدن دارد. استعداد را می‌توان از دو منظر مثبت و منفی تحلیل نمود که از جنبه منفی آن نزدیکی و مجاورت پایک گسل و از جنبه مثبت آن دسترسی آسان به یک منطقه جغرافیایی را می‌توان مثال زد. تاب‌آوری به میزان سازگاری جامعه، سازمان یا گروه‌های در معرض خطر یا آسیب‌دیده از بحران در تحمل خسارات وارده، ترمیم، بازیابی و خروج از وضعیت اضطراری گفته می‌شود. ارزشمند و سرمایه‌های کلان تأسیساتی، ساختمانی، تجهیزات ارتباطی، مخابراتی و ناوبری،

هواپیماهای مسافربری و نیروی انسانی متخصص و مجرب در فرودگاه‌های کشور موجب شده است تا تداوم فعالیت‌های فرودگاه در زمان‌های صلح و بحران به تاب‌آوری را می‌توان شاخصی برای سنجش سرعت یک سیستم در ترمیم خود از بحران‌هایی دانست که با آن روبرو می‌شود. هر چه تاب‌آوری بیشتر باشد، آسیب کمتری ایجاد می‌شود و روند ترمیم، سریع‌تر و بازگشت به وضعیت اولیه، سهل‌تر است [۵]. با توجه به تعاریف فوق تحلیل آسیب‌پذیری عبارت است تعیین میزان استعداد یک جامعه، فرد یا سازمان در آسیب دیدن از خطری احتمالی تاب‌آوری آن در برابر بحران‌هایی که با آن مواجه می‌شوند. میزان آسیب‌پذیری را می‌توان با ضرب کردن استعداد در تاب‌آوری محاسبه کرد [۱]. از جمله اقداماتی که سعی دارد تهدیدات متوجه آسیب‌پذیری‌ها نشود، پدافند غیرعامل است. از طریق کاهش آسیب‌پذیری سعی دارد تا از اثرات تخریبی تهدیدات در مسیر توسعه را بکاهد آنچه در کاهش آسیب‌پذیری به‌عنوان هدف مدنظر است از عبارت‌اند از:

- کم شدن درجه ریسک و خطر
- کاهش تهدید و حمله
- کاهش خسارات بر اماکن و تأسیسات
- کاهش تلفات نیروی انسانی
- کاهش خسارت بر تجهیزات

در نتیجه منظور از کاهش آسیب‌پذیری برطرف کردن نقاط ضعف در طراحی، به‌کارگیری، یا عملکرد دارایی و در جهت کاهش خسارت آن دارایی است. از جمله دارایی‌های حیاتی در هر کشوری فرودگاه‌های آن‌ها است. فرودگاه‌ها بر اساس نوع کاربری که دارند به نظامی و غیرنظامی تقسیم می‌شوند. منظور از فرودگاه‌های غیرنظامی محدوده مکانی- فضایی که به‌منظور برقرار نمودن ارتباط هوایی بین نقاط مختلف، وظیفه خدمات‌رسانی به افراد غیرنظامی را بر عهده دارد. امروزه فرودگاه‌ها و شبکه‌های ارتباطی مربوطه و قابلیت تداوم فعالیت آن‌ها در زمان وقوع بحران، نه به‌عنوان یک نیاز، بلکه به‌عنوان یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر بایستی در سطح کلان مورد پیگیری و اهتمام واقع شود [۱]. وجود دارایی‌های یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مسئولین کشور تبدیل شود که نیل به این هدف جز با به‌کارگیری اصول دفاع غیرعامل میسر نخواهد بود. اعمال ضوابط و استانداردهای پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های حیاتی موجب افزایش بازدارندگی آن و تسهیل مدیریت بحران شده و با کاهش احتمال تهاجم به فرودگاه تبعات منفی بسیاری برای دشمن خواهد داشت و در صورت تهاجم احتمالی، دشمن بدون آنکه به اهداف از پیش تعیین‌شده برسد دچار خسارات هنگفتی خواهد شد [۵]. بعلاوه،

(کیف پروازی) اطراف فرودگاه و تا ارتفاع مشخصی است [۸].

۶- **آشیاانه‌های سرویس‌دهی و تعمیرات:** این فضا به‌منظور خدمات تعمیر و نگهداری به هواپیماها با قابلیت پذیرش هواپیماهای گوناگون در بخش هوایی فرودگاه احداث می‌شود [۸].

۷- **ایمنی زمینی و آتش‌نشانی:** واحد ایمنی و آتش‌نشانی به‌صورت تمام‌وقت فعال بوده که از محیط فرودگاه‌ها با هواپیما، ماشین‌آلات، تجهیزات ناوبری و سایر دستگاه‌های حساس و پیشرفته‌ای که در آن وجود مراقبت می‌کند [۸].

۸- **پایانه مسافری:** فضای پایانه مسافری اتصال‌دهنده اصلی بین سیستم دسترسی زمینی به اجزاء بخش هوایی است. این فضا شامل تسهیلات و تجهیزاتی برای پردازش مسافران ورودی و خروجی و نقل‌وانتقال مسافر و بار به داخل هواپیما و بالعکس است. همچنین بخشی از فعالیت‌های اداری و عملیاتی فرودگاه در پایانه مسافری انجام می‌گیرد [۸].

۹- **تأسیسات فرودگاه:** تأسیسات فرودگاه مجموعه‌ای از ساختمان‌هایی هستند که با فراهم آوردن امکانات اولیه فعالیت همچون شبکه آب‌رسانی و فاضلاب، پست‌های برق، شبکه گازرسانی، سیستم ارتباطی و مخابراتی، سیستم روشنایی، سیستم تهویه گرمایش و سرمایش و... بستر اولیه فعالیت در فرودگاه است [۸].

۱۰- **سوخت‌رسانی:** بخش سوخت‌رسانی در فرودگاه موظف به تهیه، حمل، ذخیره و انتقال سوخت موردنیاز هواپیماها در فرودگاه است [۹].

۱۱- **ایستگاه هواشناسی فرودگاه:** به‌منظور کنترل ترافیک هوایی، اطلاعات معتبر هواشناسی موردنیاز است چراکه تغییرات شرایط جوی باید شناسایی شده و در زمان وقوع در کوتاه‌ترین زمان به خلبانان اطلاع داده شود [۸].

۱۲- **حراست و سپاه و پلیس:** به‌منظور کنترل و پایش امنیتی - انتظامی در بخش‌های مختلف فرودگاه واحد حراست و سپاه و پلیس فرودگاه مسئولیت محوری دارند به‌طوری‌که با تعامل و همکاری با یکدیگر بایستی اقدامات پیشگیرانه اختلال در نظم و امنیت بخش‌های فرودگاه را انجام دهند [۸].

## ۶-۲- تبیین شاخص‌ها و معیارهای آسیب‌پذیری

در این تحقیق به‌منظور استخراج آسیب‌های پیش روی اجزای اصلی فرودگاه‌های شهری، از روش بررسی میدانی و تجزیه‌وتحلیل کیفی اطلاعات استفاده شده است. بدیهی است برای استخراج

از آنجاکه زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوایی از جمله فرودگاه‌ها پیش‌نیاز توسعه متوازن در سایر بخش‌ها و زمینه‌ساز توسعه اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و اجتماعی و افزایش ضریب امنیت ملی کشور محسوب می‌گردد، لازم است الزامات و ملاحظات دفاع غیرعامل در تمام سطوح عملکرد آن رعایت شود [۱].

## ۶- تجزیه تحلیل

### ۶-۱- اجزاء اصلی دارایی‌های فرودگاه‌های شهری

این فرودگاه‌ها اصولاً به دو بخش هوایی و زمینی تقسیم می‌شوند بخش هوایی مجموعه اراضی، حریم‌ها و تأسیسات و تجهیزات که در ارتباط مستقیم فیزیکی با خدمات مربوط به نشست و برخاست، توقف و حرکت ایستگاه‌های کنترل امنیتی از مجموعه زمینی جدا می‌گردد بخش زمینی به مجموعه ساختمان‌ها، تأسیسات و تجهیزاتی که با مرز فیزیکی محدود شده و یا ایستگاه‌های کنترل امنیتی که از سطوح وابسته به استفاده هواپیما جدا می‌شود، بخش زمینی مجموعه وظایف ارائه خدمات به مراجعین از سمت شهر و هواپیماها از سمت توقفگاه‌ها را به عهده‌دارند [۱].

۱- **باند پرواز:** به محل نشست و برخاست هواپیما باند گویند که می‌تواند آسفالت یا بتنی باشد. باندها را به‌وسیله یک عدد ۲ رقمی در دو سر باند مشخص و نام‌گذاری می‌کنند [۸].

۲- **توقفگاه:** محوطه‌هایی هستند که در محل مناسبی در نزدیکی پایانه فرودگاه جهت نگهداری موقت هواپیماها قرار دارند و به‌منظور مجموعه عملیات بارگیری و باراندازی، سوار و پیاده کردن مسافر، پارک، تعمیر و سوخت‌گیری هواپیما مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱].

۳- **واحد کنترل مسیر پرواز:** این واحد شامل سیستم کمک ناوبری جهت راهنمایی هواپیماها و رادارهای شناسایی است [۱].

۴- **واحد کنترل تقرب:** در فرودگاه‌هایی که دارای تعداد پروازهای بالاتری هستند و همچنین در مناطقی که بدلیل وجود چند فرودگاه حجم ترافیک هوایی و درگیری ترافیک هوایی بالاتر از حد معمول است، برای هماهنگی بیشتر بین واحد کنترل مسیر پرواز و واحد برج مراقبت و همچنین ایمنی بیشتر پروازها واحد کنترل تقرب به همراه برج مراقبت مسئول هدایت ترافیک هوایی است [۱].

۵- **برج مراقبت پرواز:** واحد برج مراقبت مسئول هدایت ترافیک هوایی در محدوده استوانه‌ای شکل

#### ● امکان کشف و شناسایی

امکان شناسایی، به میزان به کارگیری اصول استتار، اختفا و پوشش وابسته است. به طوری که هر مقدار این اصول بهتر و بیشتر مدنظر قرار گیرد، احتمال و به تبع آن آسیب پذیری کاهش خواهد یافت. این پارامتر به پیچیدگی جنس تهدید، اندازه هدف و حتی به شرایط آب و هوایی نیز وابسته است. قابلیت کشف و شناسایی هدف، میزان تشخیص و شناسایی هدف توسط منابع، تجهیزات و سامانه های شناسایی و اطلاعاتی متجاوز در شرایط مختلف است. شرایط آب و هوایی تأثیر قابل توجهی در میزان دید دارد، باران و برف و مه آلودگی و... موجب تقلیل تشخیص و شناسایی می شود. عوامل دیگری نظیر فاصله، نور، و فصول سال نیز در کشف و شناسایی هدف مؤثرند [۶].

#### ۷- نتیجه گیری

وجود فضای استراتژیک ناامن در منطقه خاورمیانه، تقابل و دشمنی آشکار نظام سلطه با جمهوری اسلامی ایران به دلیل ماهیت ضد استکباری نظام اسلامی، حضور پایگاه های نظامی آمریکا و متحدانش در کشورهای همسایه ایران و تجربه چهار دهه حملات سخت افزاری و نرم افزاری به جمهوری اسلامی ایران، ضرورت توجه به اصول و ملاحظات پدافند غیرعامل را بر همگان روشن ساخته است. فرودگاه ها از حساسیت بیشتری برخوردار بوده و در خط مقدم تهدید تهاجم نظامی دشمن قرار داد. با توجه به اینکه بروز جنگ ها و تهدیدات انسان ساخت در گام اول زیرساخت های شهری و مکان های حیاتی و حساس یک شهر را هدف تخریب قرار می دهد و یکی از اهداف مهم دشمن حمله به فرودگاه است که به عنوان یک مکان حیاتی در استان ها از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا همواره این مکان های حیاتی بیشترین خسارات را به دنبال خواهند داشت. با آگاهی از این مسئله تلاش گردید تا آسیب پذیری زیرساخت فرودگاه شهری مورد سنجش قرار گیرد و با این رویکرد دارایی های اصلی مورد بررسی قرار گرفت که به عنوان دارایی های اساسی و حائز اهمیت شناسایی گردید تا میزان خطرپذیر بودن آنها در راستای اهداف مورد سنجش قرار گیرد و از روش های گوناگون و ترکیبی جهت تحلیل مسائل و پاسخگویی به اهداف و سؤالات استفاده شد. در این تحقیق، به ارزیابی میزان تهدیدات و آسیب پذیری و سپس ریسک پذیری زیرساخت فرودگاه های شهری در برابر انواع تهدیدات انسانی و نظامی پرداخته تا بتوان بر اساس نتایج، راهکارهای لازم را برای کاستن از میزان آسیب پذیری ارائه نمود. یافته های تحقیق نشان می دهد که دارایی های فرودگاه های شهری در بخش های مختلف در مقابل حملات نظامی و اقدامات تروریستی انسان ساخت به طور جدی آسیب پذیر هستند. البته با

آسیب پذیری در یک زیرساخت نیازمند معیارهایی جهت سنجش میزان آسیب پذیری هستیم که در ادامه به تبیین این معیارها پرداخته خواهد شد. شایان ذکر است شاخص ها به ۵ دسته از درجه کیفی بسیار بالا تا بسیار کم تقسیم می شوند که بالاترین امتیاز عدد ۱۰ و کمترین امتیاز عدد ۱ است. در ادامه با استفاده از روش دلفی اولویت هر کدام از اجزای فرودگاه در ارتباط با شاخص های آسیب پذیری استخراج می گردد.

#### ۱- ضعف رویارویی

به میزان توان یا ضعف در مواجهه با وقوع تهدید علیه دارایی های کلیدی اطلاق می شود. توان رویارویی به عوامل ذاتی و محیطی مختلف بستگی دارد که عبارتند از:

(الف) عوامل ذاتی: کوچکی، گستردگی، سختی، هزینه ساز بودن

(ب) عوامل محیطی: آمایش منطقه ای، ملزومات دفاعی [۶]

#### ۲- ضعف حفاظتی و ابزارهای دفاعی

این شاخص به میزان قوت یا ضعف در مقابله با حمله از سوی عامل تهدید علیه دارایی های کلیدی بستگی دارد. اما در اینجا اصل، جلوگیری از حمله نیست بلکه هدف، دفع حمله است. عوامل مؤثر بر ضعف حفاظتی و تمهیدات دفاعی به صورت زیر هست:

(الف) آمایش منطقه ای

(ب) دارا بودن تجهیزات حفاظتی و امنیتی [۶].

#### ۳- امکان دسترسی

دسترسی به دارائی، به میزان در دسترس بودن دارائی در صورت حمله بستگی دارد. در این مؤلفه، منظور، موقعیت دارائی و موانع موجود در برابر دشمن است. به طوری که مجاورت و یا دوری از مبدأ تهدید و وجود یا عدم وجود موانع در دسترسی عامل تهدید، کاهش یا افزایش آسیب پذیری را به دنبال خواهد داشت. هدف در صورتی قابل دسترسی است که دشمن بتواند با نیروی انسانی و تجهیزات کافی به آن رسیده و مأموریت مربوطه را با موفقیت انجام دهد. قابلیت دسترسی در یک اصطلاح کلی، سهولت دسترسی و یا مشکل بودن حرکت و نزدیک شدن به سمت هدف است [۶].

گام های اساسی در تشخیص قابلیت دسترسی عبارتند از:

- نفوذ و رخنه از مبدأ به منطقه هدف و حرکت از نقطه ورود به سمت منطقه هدف
- حرکت به سمت اجزای حساس منطقه هدف و خروج و فرار از محل هدف

مغناطیسی، حرارتی و... دشمن، در مراکز مهم برق و تأسیسات و تجهیزات فرودگاهی .

۱۱- به‌کارگیری اقدامات پدافند غیرعامل جهت کاهش و از بین بردن تأثیرات بمب‌های الکترومغناطیسی با شناسایی تجهیزات کلیدی سیستم برق‌رسانی و اجرای پوشش حفاظت مغناطیسی برای آن‌ها .

۱۲- استفاده از سیستم مانیتورینگ جهت پایش نقاط زیرساخت‌های مهم احساس و زمین‌های اطراف آن با استفاده از ابزارهای دقیق الکترونیکی و مکانیکی نصب‌شده در محل‌های مناسب، که هم در زمان کارکرد عادی این سازه‌ها و هم در زمان وقوع بحران‌ها امکان دفاع و حفاظت هر چه بیشتر و بهتر را فراهم می‌آورد . همچنین قابلیت اطمینان، امکان انجام پیش‌بینی‌های لازم و سرعت تبادل اطلاعات را افزایش می‌دهد که این امر در کلیه شرایط خصوصاً در شرایط اضطراری از اهمیت به‌سزایی برخوردار است.

## ۸- مراجع

[1] S. R. Mousavi and Y. Piustegar, "Evaluation and vulnerability of critical infrastructures against man-made threats, a case study of the non-military international airport," Ayman city scientific research journal, 2017. (In Persian)

[2] M. H. Ataei, "Assessing the vulnerability of civilian airports in the country against threats and providing solutions to reduce the vulnerability of Imam Khomeini International Airport (RA)," 2014. (In Persian)

[3] M. Shahbazi, M. Shafiei, and Z. Abu Talebi, "Network approach to critical infrastructures," Strategic report of the Deputy Economic Research, Center for Strategic Studies, Expediency Analysis Forum, 2013. (In Persian)

[4] S. B. Hosseini, S. Sawadkahi Far, and A. Rashdi Fard, "Analytical investigation of Mehrabad airport with non-agent defense approach," 2013. (In Persian)

[5] F. Shamsai Zafarqandi, "Architectural form and its role in reducing the effects of the blast wave," Collection of papers of the first conference on architecture and urban planning from the point of view of passive defense, Malik Ashtar University of Technology, 2013. (In Persian)

[6] Gh. Jalali Farahani, "an introduction to the theoretical foundations of non-agent defense against new threats," Tehran: Printing and Publishing Institute of Imam Hossein University (AS), 2013. (In Persian)

[7] M. R. Hafez Nia, "an introduction to research methods in humanities," Tehran: Samit Publishing House, 2009. (In Persian)

[8] A. Vali, "Principles of Airport Engineering," Technical and Engineering Faculty of Islamic Azad University, Central Tehran Branch of Civil Engineering Department, 2012. (In Persian)

[9] S. Karimi, "analysis and assessment of the riskiness of city assets," A case study of Hamadan City, 2019. (In Persian)

[10] C. Cioaca, "Critical aviation infrastructures vulnerability assessment to terrorist threats," AirForce ACADEMY, Romania, 2013.

[11] R. Wood, (). "airport design and operation of the system with security approach," 2005.

توجه به نوع، ماهیت و کارکرد هرکدام از عناصر زیرساخت‌ها، میزان و سطح آسیب‌پذیری متفاوت است. کاربرد یافته‌های این تحقیق میان‌دوره‌های دفاعی و امنیتی مؤثر واقع شود و همچنین متدلوژی مورد استفاده، قابل تعمیم و بهره‌گیری در موارد مشابه است، بنابراین در ادامه به ارائه راهکارها پرداخته می‌شود.

۱- دشمن در اولین مرحله حمله هوایی به فرودگاه‌ها برای کسب برتری، اقدام به انهدام هواپیماها و بلند پروازی می‌کند، بنابراین نگهداری آن حائز اهمیت است و یکی از طریق حفظ باند پروازی، ایجاد باند پرواز اضطراری و فریبنده در محوطه پروازی، به‌گونه‌ای که سطح باند با محیط اطراف استتار یابد .

۲- استفاده از آسفالت رنگی (مثلاً سبز) و یا چمن مصنوعی در روی باند و چمن کاری و درختکاری کردن اطراف باند با درختچه‌های کوتاه جهت استتار الزامی است.

۳- در صورت امکان، روسازی محوطه پروازی ترمیم پذیر (بلوک‌های بتنی پیش‌ساخته) باشد تا در مواقع بحران و خرابی باند، بتوان در اسرع وقت آنرا مرمت نمود.

۴- راههای دسترسی جدای از راه اصلی به فرودگاه در نظر گرفته شود.

۵- در محوطه پروازی دو برج مراقبت پرواز ثابت در نظر گرفته شود به‌گونه‌ای که برج دوم دارای استتار کامل باشد. و یا با جانمایی مناسب محل استقرار برج‌های مراقبت سیار در زمان بحران استفاده نمود .

۶- حتی‌الامکان سعی شود دارایی‌های مختلف زمینی و هوایی دارای تشابه باشند و ویل کوچک و پراکنده احداث شود و دارای کاربری‌های چندگانه باشد تا امکان تشخیص مکان‌های با اهمیت از طرف دشمن به حداقل برسد .

۷- در بخش زمینی در فرودگاه‌ها به‌منظور عملیات امداد رسانی و مدیریت بحران، در یک یا چند بخش فضاهایی به‌عنوان نشست و برخاست بالگرد در نظر گرفته شود

۸- تا حد امکان رنگ هواپیماها و بالگردها مطابق بارنگ طبیعت پیرامون منطقه‌ای که در آن عملیات پروازی انجام می‌گیرد باشد .

۹- امکان برقراری شبکه ارتباطی امن در شرایط به‌هم‌ریختگی سامانه‌های ارتباطی موجود، با استفاده از ایجاد سامانه‌های دفاع و حفاظت هر چه بیشتر و بهتر را فراهم می‌آورد . همچنین قابلیت اطمینان، امکان انجام پیش‌بینی‌های لازم و سرعت تبادل اطلاعات را افزایش می‌دهد که این امر در کلیه شرایط خصوصاً در شرایط اضطراری از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. ارتباطی موازی، امن و مستقل بدون وابستگی به شبکه‌های بین‌المللی .

۱۰- جلوگیری و ممانعت از استفاده قدرت کشف و آشکارسازی و ردیابی انواع حس‌گرهای الکترواپتیک، راداری، صوتی،



# Investigating and Assessing the Vulnerability of Transportation Networks and Analyzing its Interaction with Urban Airports

A. Saeedi\*, A. Vahidi, H. A. Alirezaei

## Abstract

What in this research it has been addressd vulnerability review and assessment transportion networks and its interaction analysis Emphasis on urban air ports against man made threats and proposals to reduce vulnerability based on the principles and foundations of passive defense is. Airports by providing fast shipping platform and passenger and with high capacity between regions with a long distance to the comprehensive development of countries and even the provinces help a lot so that it as one of the symbols of development Civilian airports are currently considered as one of the vital and valuable assets in any country that is considered as one of the air borders, and will be very important, so that taking measures to reduce their vulnerability to threats is necessary and unavoidable, so that The slightest disturbance in its functioning or damage to its body causes huge material and moral damages. The current research is an applied research, and it is in the category of descriptive-analytical research, the required information has been collected using documentary methods, including library documents, observations and field. For this purpose, a number of 32 experts were chosen as experts and FEMA method was used for risk analysis and the information was analyzed using Expert choice software and AHP technique. The findings of the research show that the assets of city airports in different sectors are seriously vulnerable to military attacks and man-made terrorist acts Of course, according to the type, nature and function of each of the infrastructure elements, the degree and level of vulnerability is different And it is possible to explain the factors of increasing vulnerability and the ways to reduce it for each key asset, with the aim of ensuring the continuity of activity and maintaining the airport infrastructure and protecting human lives.

**Key Words:** *Passive Defense, Assets, Vulnerability, Threats, Airports*