

نشریه علمی پژوهش در ایمنی سلامت و محیط زیست

سال اول، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲: (پیاپی ۳) ۱۹-۱۴

علمی

بررسی خرابکاری صنعتی در آزمایشگاه‌های فضایی

صفا خزائی^{۱*}، محمد داودآبادی فراهانی^۲، علی رنج آزما^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۸

چکیده

آزمایشگاه‌های فضایی از جمله بخش‌های اساسی سازمان‌های فضایی کشورها می‌باشند. این آزمایشگاه‌ها غالباً شامل آزمایشگاه ملی سنجش‌ازدور، آزمایشگاه مرکزی سامانه‌های حمل‌ونقل فضایی، آزمایشگاه مکانیک، آزمایشگاه رانگرهای فضایی، آزمایشگاه مرکزی مونتاژ، ادغام و آزمایش ماهواره (AIT) می‌باشند. از راهکارهای آسان برای ایجاد اختلال در فعالیت حوزه فضایی کشور، ایجاد خرابکاری صنعتی در آزمایشگاه‌های فضایی می‌باشد. در این تحقیق، سطح آسیب‌پذیری آزمایشگاه‌های فضایی در برابر خرابکاری صنعتی و سایر تهدیدات متصور بر اساس سه شاخص معیار شدت خسارت، سابقه تهدید، سطح دفاعی و حفاظتی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که خرابکاری صنعتی از لحاظ آسیب‌پذیری در جایگاه سوم تهدیدات برای آزمایشگاه‌های فضایی قرار دارد. علاوه بر سطح‌بندی تهدیدات در آزمایشگاه‌های فضایی، یک سری راهبردها و اقدامات اساسی جهت کاهش سطح آسیب‌پذیری آزمایشگاه‌های فضایی در برابر تهدیدات خرابکار صنعتی ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: آزمایشگاه‌های فضایی، آسیب‌پذیری، خرابکار صنعتی

۱ دانشیار دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین (ع) - (skhazai@ihu.ac.ir) نویسنده مسئول

۲ پژوهشگر دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین (ع)

۳ کارشناسی ارشد مهندسی پدافند غیرعامل، دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین (ع)

۱- مقدمه

خرابکاری صنعتی یک اقدام مخرب است که می‌تواند عواقب شدیدی برای مشاغل، اقتصادها و... در جامعه داشته باشد [۱]. سرقت اسناد تجاری، اطلاعات حیاتی کسب‌وکار، تهدید مالکیت معنوی همچون فرایندها و مراحل اختصاصی تولید، فرمول‌ها، دستورالعمل‌ها، طراحی محصول و ایجاد آسیب به زیرساخت‌های حیاتی از طریق عوامل نفوذی و یا ورود تجهیزات معیوب و دست‌کاری شده به سیستم تولید، دهه‌ها است که مسئله‌ای روزمره برای فعالان علمی و اقتصادی است. معمولاً خرابکاری می‌تواند ماهیت فیزیکی، سایبری و زیستی نیز داشته باشد [۲].

خرابکاری را می‌توان عملی عمدی در نظر گرفت که هدف از آن تضعیف یک حکومت، یک گروه یا شرکت از راه براندازی، انسداد، اختلال یا تخریب است. همان‌گونه که مشخص است افراد نفوذی باهدف افزایش فرصت، برای جاسوسی و تحمیل اختلال در سیستم هدف، سعی در پنهان کردن هویت و نیت واقعی خود دارند و خود را به‌عنوان عنصری همسو و وفادار معرفی می‌کنند، به عبارت بهتر نفوذی‌ها با درک نظام ارزشی و فرهنگی مطلوب هدف، خود را منطبق با آن تنظیم می‌کنند و از این طریق نه تنها از افزایش حساسیت علیه خود مانع می‌شوند؛ بلکه اعتماد هدف را بیش‌ازپیش به خود جلب می‌کنند. واضح است که برای مقابله با تهدیدات ناشی از نفوذی نمی‌توان تمام کارکنان را تحت کنترل به شکل محسوس و یا نامحسوس داشت و با سوءظن به همه پرسنل توجه نمود و یا همه را اخراج کرد؛ چراکه ایجاد فضای بی‌اعتمادی در یک سازمان به روحیه کارگروهی کارکنان آسیب وارد می‌کند و عملکرد و بهره‌وری سازمان را تحت تأثیر منفی قرار خواهد داد، از این‌رو باید سازوکاری هوشمند و خردمندانه برای پیشگیری از تهدیدات ناشی از عوامل داخلی اتخاذ کرد [۲]. آزمایشگاه‌های سازمان فضایی یکی از دارایی‌های حیاتی سازمان فضایی ایران می‌باشد که شامل آزمایشگاه ملی سنجش‌ازدور، آزمایشگاه مرکزی سامانه‌های حمل‌ونقل فضایی، آزمایشگاه مکانیک، آزمایشگاه رانشگرهای فضایی، آزمایشگاه مرکزی مونتاز، ادغام و آزمایش ماهواره (AIT) می‌باشند. ایجاد خرابکاری صنعتی در آزمایشگاه‌های سازمان فضایی یکی از راهکارهای آسان برای ایجاد اختلال در فعالیت حوزه فضایی کشور می‌باشد، این خرابکاری می‌تواند شامل فروش و در اختیار گذاشتن قطعات و تجهیزات معیوب، تقلبی و قطعات بمب‌گذاری شده توسط کشورهای بیگانه، ایجاد آتش‌سوزی عمدی و... باشد.

در زمینه حملات خرابکاری صنعتی تحقیقاتی محدودی در سطح جهان انجام شده است. به‌عنوان نمونه Göztepe [۳] برای زیرساخت‌های حیاتی از جمله زیرساخت‌های الکتریکی راهکارهایی جهت مقابله با خرابکاری سایبری ارائه داده است. غفار

پور و همکارانش در تحقیقی با موضوع "ارزیابی، مدل‌سازی و رتبه‌بندی ریسک برای تجهیزات شبکه برق در برابر خرابکاری‌های عمدی" شبکه‌های قدرت به‌عنوان یکی از زیرساخت‌های حیاتی، یک هدف استراتژیک برای حملات تروریستی هستند؛ بنابراین ارائه راهکارهایی برای مقابله با این تهدیدات در ارزیابی امنیت سامانه امری ضروری به نظر می‌رسد. در این روش، ابتدا متغیرهای تأثیرگذار بر روی تصمیم‌گیری‌های تروریستی در حمله به سامانه قدرت مشخص شده و سپس با به‌کارگیری شبکه بیزین که منتج شده از تئوری احتمالات است، مدلی برای پیش‌بینی میزان احتمال حمله به تجهیزات شبکه قدرت و نتایج احتمالی آن پیشنهاد می‌شود. درنهایت با تعیین میزان آسیب ناشی از حمله به شبکه برق، مدل پیشنهاد شده به‌منظور محاسبه ریسک ناشی از حملات به تجهیزات سامانه قدرت مورد استفاده قرار می‌گیرد و این نتیجه حاصل می‌شود که این تجهیزات در فعالیت مراکز حیاتی و مهم نقش بسزایی ایفا می‌کنند، لذا محافظ در برابر تهدیدات انسان‌ساخت لازم و ضروری است [۴].

این تحقیق در نظر دارد که سطح آسیب‌پذیری خرابکاری صنعتی در آزمایشگاه‌های فضایی را در مقایسه با سایر تهدیدات متصور ارزیابی نموده و راهکارهای مقابله با این تهدید را جهت کاهش آسیب‌پذیری‌ها ارائه نماید.

۲- آزمایشگاه‌های فضایی ایران

آزمایشگاه‌های فضایی یکی از بخش‌های مهم و اساسی در زمینه فعالیت‌های فضایی می‌باشند. آزمایشگاه‌های فضایی مورد استفاده در سازمان‌های فضایی کشورها عبارت‌اند از [۵]

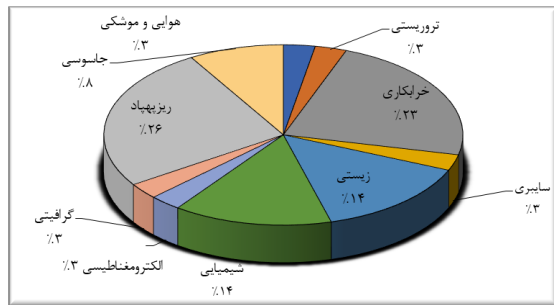
- آزمایشگاه سنجش‌ازدور: این آزمایشگاه مجموعه‌ای از ابزارهای نرم‌افزاری را برای تجزیه، تحلیل و شبیه‌سازی انواع ابزار سنجش‌ازدور را ارائه می‌دهد. همچنین طرح‌های سیستم‌های سنجش از راه دور مانند رادار، ارتفاع‌سنج‌های راداری و رادیومترها را ارزیابی و آزمایش می‌کند. همچنین تحقیق و توسعه مرتبط با سیستم‌ها و برنامه‌های مخابراتی و ناوبری، از جمله بخش‌های زمینی و فضایی را انجام می‌دهد.
- آزمایشگاه سامانه‌های حمل‌ونقل فضایی: این آزمایشگاه وظیفه انجام آزمون‌های مخرب و غیرمخرب فلزات، شیمی، پلیمر و آنالیز مواد پلیمری را بر عهده دارد.
- آزمایشگاه مکانیک فضایی: این آزمایشگاه در حوزه انرژی، باتری‌ها و لباس فضانوردی فعال است و آزمایش‌های حرارتی و مکانیکی را برای تجهیزات محموله‌های فضایی در مقیاس کوچک انجام می‌دهد.

چنانچه میزان آسیب‌پذیری بالای عدد ۲۵۰ باشد میزان آسیب-پذیری بالا بوده و نیازمند ارائه الزامات در حیطه پدافند غیرعامل می‌باشد.

جدول (۱): جامعه آماری

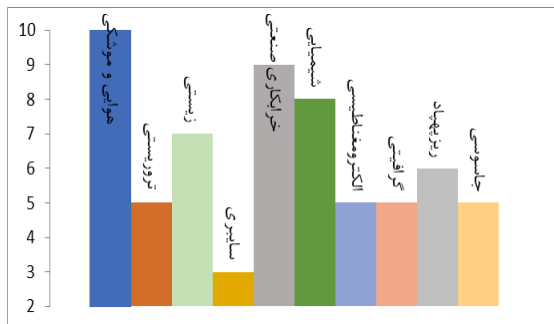
تعداد	تحصیلات	حوزه فعالیت
۴ نفر	دکتری	اساتید حوزه پدافند غیرعامل
۸ نفر	کارشناسی‌ارشد	کارشناسان خبره حوزه پدافند غیرعامل
۱۱ نفر	کارشناسی‌ارشد	مدیران و کارشناسان ارشد حوزه فضایی

شکل (۱) سابقه وقوع تهدیدات مذکور در آزمایشگاه‌های فضایی را بر حسب درصد نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل ملاحظه می‌شود، خرابکاری صنعتی با ۲۳٪، بعد از تهدید ریزپرنده‌ها در رتبه دوم تهدیدات قرار دارد.



شکل (۱): درصد وقوع تهدیدات

شکل (۲) نمرات شدت خسارت تهدیداتی که مطابق نظر کارشناسان و خبرگان در آزمایشگاه‌های فضایی متصور است ارائه شده است. همانطور که در این شکل دیده می‌شود، خرابکاری صنعتی بعد از حملات هوایی و موشکی دارای بیشترین شدت خسارت ارزیابی شده است.



شکل (۲): شدت خسارت تهدیدات

شکل (۳) نمرات سطح حفاظتی و دفاعی آزمایشگاه‌های فضایی در مقابل تهدیدات را نشان می‌دهد. با توجه به نظر خبرگان همان طور که در این شکل نشان داده شده است، خرابکاری صنعتی در سطح حفاظتی و دفاعی، پایین‌تر از تهدیدات بیوتروریسم، زیستی و شیمیایی بوده و در سطح حفاظتی و دفاعی تقریباً برابر با تهدیدات

آزمایشگاه مواد و انرژی: این آزمایشگاه خدماتی در زمینه‌های آزمایشگاهی متالورژی، مکانیک و شیمی ارائه می‌دهد. همچنین این آزمایشگاه در حمایت از برنامه‌های تحقیق و توسعه پیشرفته، ارزیابی، صلاحیت و پشتیبانی مستقیم پروژه، فعالیت‌هایی از جمله بررسی اثرات محیط بر قطعات، مواد و فرایندهای الکتریکی ارائه می‌کند.

آزمایشگاه رانگرهای فضایی: این آزمایشگاه برای انجام آزمایش‌های بالانس فوق دقیق قطعات دوار، اندازه‌گیری ریز اغتشاشات دینامیکی توسط میز کیستلر، گشتاورسنج دینامیکی، برق، الکترونیک، مخابرات عمومی، برق - الکترونیک، سنجش نور، آکوستیک و گشتاورسنج دینامیکی خدماتی را ارائه می‌دهد.

آزمایشگاه مرکزی مونتاژ، ادغام و آزمایش ماهواره (AIT): با توجه به اینکه این آزمایشگاه یکی از مهم‌ترین آزمایشگاه‌های سازمان‌های فضایی به شمار می‌آید، شرایط آزمایشی به‌عنوان تجربه فضایی و محموله آن در این آزمایشگاه فراهم می‌باشد. همچنین فعالیت‌هایی در زمینه‌های ارتباطات و فناوری اطلاعات، صنایع هوایی و هوانوردی، برق و الکترونیک در این آزمایشگاه انجام می‌شود.

۳. جایگاه آسیب‌پذیری خرابکاری صنعتی در

بین دیگر آسیب‌پذیری‌ها

در این پژوهش جهت تعیین جایگاه آسیب‌پذیری در آزمایشگاه‌های فضایی از جامعه خبرگی در حوزه‌های فضایی و پدافند غیرعامل کشور که در جدول (۱) معرفی شده‌اند استفاده شد. بر اساس مصاحبه با کارشناسان خبره حوزه فضایی و پدافند غیرعامل کشور، تهدیدات اصلی متصور در آزمایشگاه‌های فضایی عبارت‌اند از: زیستی، شیمیایی، ریز پرنده‌ها، خرابکاری صنعتی، بمب گرافیتی، الکترومغناطیسی، تروریستی، جاسوسی، سایبری، هوایی و موشکی. به‌منظور ارزیابی آسیب‌پذیری این تهدیدات در آزمایشگاه‌های فضایی سه شاخص: معیار شدت خسارت، سابقه تهدید و سطح دفاعی و حفاظتی مورداستفاده قرار گرفت و آسیب‌پذیری هر تهدید بر اساس رابطه ۱ برآورد گردید:

$$(۱) \text{ شدت خسارت} \times \text{سابقه تهدید} \times \text{سطح دفاعی و حفاظتی} = \text{آسیب‌پذیری}$$

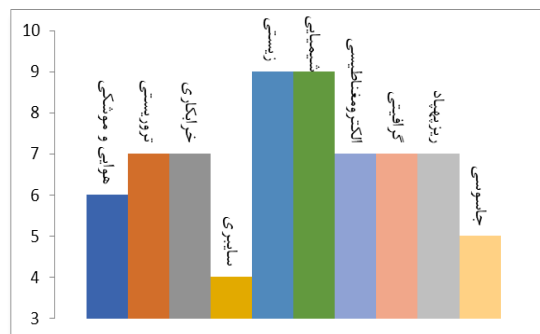
همچنین از طیف ۱ تا ۱۰ جهت نمره‌دهی هر یک از سه معیار مذکور استفاده گردید. براساس استاندارد FEMA 452 [۶]

- ایجاد آزمایشگاه ایمنی و امنیت فضایی جهت ارزیابی صحت عملکرد قطعات و شناسایی قطعات معیوب
- بومی سازی ساخت قطعات و تجهیزات مورد نیاز در حوزه فضایی
- پایش و نظارت از طریق نصب دوربین های نظارتی مدار بسته (CCTV) به طوری که هر دوربین در محدوده دید دوربین قبل یا بعد از خود قرار گیرد
- استفاده از سیستم های کشف و اعلان حریق خودکار رسته L به منظور حفاظت از نیروی انسانی
- استفاده از سیستم های کشف و اعلان حریق خودکار رسته P به منظور حفاظت از اموال
- استفاده از سیستم اطفاء خودکار حریق گازی (کربن دی اکسید) و سیستم پودر خشک
- غربالگری قطعات الکترونیک؛ به ویژه با استفاده از روش آزمون الکتریکی
- بازرسی قطعات تقلبی با اشعه X-Ray
- استفاده از استاندارد SAE AS5553 (جهت تشخیص قطعات معیوب در صنعت فضایی)
- استفاده از استاندارد ARP6328 (جهت تشخیص قطعات الکترونیکی تقلبی از قطعات اصلی)

۵- نتیجه گیری

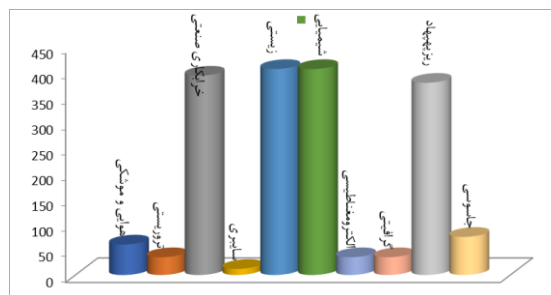
یکی از راهکارهای آسان برای ایجاد اختلال در فعالیت حوزه فضایی کشور، ایجاد خرابکاری در آزمایشگاه های فضایی می باشد. یکی از تهدیدات اصلی در آزمایشگاه های فضایی، خرابکاری صنعتی می باشد. در این تحقیق، سطح آسیب پذیری آزمایشگاه های فضایی در برابر خرابکاری صنعتی و سایر تهدیدات متصور بر اساس سه شاخص: معیار شدت خسارت، سابقه تهدید، سطح دفاعی و حفاظتی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان داد، خرابکاری صنعتی از لحاظ آسیب پذیری در جایگاه سوم تهدیدات برای آزمایشگاه های فضایی قرار دارد. همچنین در این تحقیق یک سری راهبردها و اقدامات اساسی مبتنی بر بازرسی، استفاده از سیستم های کشف و اعلان حریق خودکار رسته های L و P، آموزش پرسنل، اصلاح نظام جذب نیرو، بومی سازی ساخت قطعات، تست و غربالگری قطعات الکترونیک، جهت کاهش سطح آسیب پذیری آزمایشگاه های فضایی در برابر تهدیدات خرابکار صنعتی ارائه شده

تروریستی، الکترومغناطیس، گرافیتی و ریزپهپادها می باشد.



شکل (۳): سطح دفاعی و حفاظتی

شکل (۴) آسیب پذیری نهایی تهدیدات در آزمایشگاه های فضایی را نشان می دهد. با توجه به پاسخ خبرگان، از بین تهدیدات بیان شده در قبل، تهدیدات خرابکاری صنعتی، ریزپهپادها، زیستی و شیمیایی دارای آسیب پذیری بالا (بیش از ۲۵۰) می باشند. با توجه به شکل (۵) خرابکاری صنعتی در جایگاه سوم تهدیدات برای آزمایشگاه های فضایی قرار دارد.



شکل (۴): آسیب پذیری نهایی تهدیدات

۴- الزامات خرابکاری صنعتی در آزمایشگاه های فضایی

با توجه به تحلیل صورت گرفته، آسیب پذیری آزمایشگاه های فضایی در برابر تهدیدات خرابکاری صنعتی در سطح بالایی می باشد؛ بنابراین لازم است راهبردها و اقداماتی مناسب جهت کاهش سطح آسیب پذیری آزمایشگاه های فضایی تدوین و اجرا شود. از جمله اقدامات اساسی تدوین شده بر اساس مصاحبه با کارشناسان خبره می توان به راهبردها و اقدامات زیر اشاره نمود [۷]

- برگزاری کارگاه های آموزشی برای مدیران، متخصصین و کارکنان در خصوص تهدیدات خرابکاری صنعتی و تبعات آنها
- اصلاح نظام گزینش و جذب کارکنان و نیروهای متخصص

است.

۶- مراجع

- [۱] متین فر احمدرضا، پورصالحی مرضیه، قنری محمد، اصفهانی رضا، حامد فشی، سایه های پنهان، انتشارات نواندیشان دنیای کتاب، ۱۳۹۸.
- [۲] کمالی، نیما، "نفوذ و راهکارهای مقابله با آن"، بازیابی از دیپلماسی ایران، ۱۴۰۱.
- [3] Göztepe, K. (2006) "Designing a Fuzzy Rule Based Expert System for Cyber Security"; *Int. J. Inform. Secur. Sci.*, 1, 1-12.
- [۴] غفارپور، رضا، پور موسی، علی اصغر، "ارزیابی، مدل سازی و رتبه بندی ریسک برای تجهیزات شبکه برق در برابر خرابکاری های عمدی"، علوم و فناوری های پدافند نوین، دوره ۶، شماره ۲، صفحات ۱۴۴-۱۲۷، ۱۳۹۴.
- [۵] آزمایشگاه های فضایی (۱۴۰۰). شبکه آزمایشگاهی فناوری های راهبردی ایران (بازیابی از <https://labsnet.ir>)
- [6] FEMA (2005). Risk Management Series Risk Assessment : A How-To Guide to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings FEMA 452 / January 2005
- [۷] رنج آزمای سرنند، علی، "ندوین الزامات پدافند غیرعامل در آزمایشگاه های سازمان فضایی کشور"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، ۱۴۰۱.

Investigating industrial vandalism in space laboratories

Safa Khazaei ^{1*}, Mohammad Davoudabadi Farahani ², Ali Ranj Azmay Sarand ³

1- Associate Professor of Non-Active Defense Faculty and Research Institute of Imam Hossein Jamia University- (skhazai@ihu.ac.ir)
Corresponding author

2- Researcher of the Non-Active Defense Faculty and Research Institute of Imam Hossein University

3- Master's degree in passive defense engineering, CCD, Imam Hossein University

Abstract

Space laboratories are among the basic parts of countries' space organizations. These laboratories often include National Remote Sensing Laboratory, Central Laboratory of Space Transportation Systems, Mechanics Laboratory, Space Propulsion Laboratory, Central Satellite Assembly, Integration and Testing Laboratory (AIT). One of the easy ways to disrupt the country's space activities is creating industrial sabotage in space laboratories. In this research, the level of vulnerability of space laboratories against industrial sabotage and other perceived threats has been evaluated based on three indicators of damage severity, threat history, defense and protection level. The results of this research show that industrial sabotage is the third threat to space laboratories in terms of vulnerability. In addition to the leveling of threats in space laboratories, a series of basic strategies and measures have been presented to reduce the level of vulnerability of space laboratories against the threats of industrial sabotage.

Keywords: Space laboratories, vulnerability, industrial saboteur