کاهش خطرپذیری ناشی از آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت با استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان BMS[1] در ساختمان‌های اداری

جلال نخعی- استادیار، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز.
حسن پیری *- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی پدافند غیرعامل گرایش طراحی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر؛
hassanpiri71@yahoo.com

تاریخ دریافت:۹۴/۶/۱
تاریخ پذیرش:۹۴/۷/۱۵

چکیده

حفظ و پایداری ادارات به‌عنوان بخشی از ساختار مدیریتی و اجرایی کشور اهمیت بسیار زیادی دارد و ناگفته پیداست که این ساختمان‌ها، در معرض دایمی تهدیدات انسان‌ساخت مختلف هستند. با توجه به پیشرفت تکنولوژی و تأثیر آن در کاهش آسیب‌پذیری ناشی از تهدیدات، نیاز به پیشرفت در ملاحظات پدافند غیرعامل برای کاهش تلفات بیش از پیش احساس می‌شود. این پژوهش به روش توصیفی–تحلیلی و با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و پرسشنامه، ابتدا به ارزیابی خطرپذیری ساختمان اداری سپس به معرفی و بررسی BMS در بخش‌های مختلف معماری، الکتریکی و مکانیکی ساختمان می‌پردازد. ارزیابی خطرپذیری و اولویت‌بندی زیرسامانه‌ی‌های BMS از مهم‌ترین داده‌های کیفی است که در تهیه پرسشنامه‌ی تحقیق استفاده شده است. برای تحلیل داده‌ها از فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و نرم‌افزار Super Decisions و نرم‌افزار SPSS نیز به‌عنوان ابزار پردازش اطلاعات مورداستفاده قرار گرفته است. نتایج حاصل از پژوهش اولویت‌بندی زیرسامانه‌ی‌های سامانه‌ی هوشمند ساختمان در بخش معماری یک ساختمان اداری با اهمیت خیلی زیاد را به ترتیب پایش تردد، دوربین مداربسته، در هوشمند، نورپردازی داخلی و شیشه‌های هوشمند با توجه به شاخص‌های مهندسی ارزش نشان می‌دهد. با توجه به اولویت‌بندی سامانه‌ی‌های مذکور و با استفاده از آنها در بخش معماری ساختمان‌های اداری، ارزیابی خطرپذیری انجام و آسیب‌پذیری و خطرپذیری دارایی‌های همان بخش از ساختمان با حالت استفاده نکردن از BMS مقایسه شد که در نتایج حاصل، کاهش آسیب‌پذیری و خطرپذیری به‌صورت نمودار کاملاً مشهود است.

واژه‌های کلیدی: *ارزیابی خطرپذیری، تهدیدات انسان‌ساخت، ساختمان اداری و BMS.*

Reduction the risk of vulnerability to man-made threats in the official building by using management building systems (BMS)

Jalal nakhaei[1] Hassan piri*[2]

Abstract:

Keeping offices as a part of the administrative structure of the country is a very serious matter which often exposes to the various man-made threats. Due to the advancement of technology and its impact on reducing the vulnerability of threats to reduce the loss, progress in passive defense considerations is significant. This research is based on descriptive - analytical method and academic study survey. And besides, it is made of risk assessment office building and introducing and monitoring BMS in different part of architectural, electrical and mechanical building deals. Risk assessment and BMS sub-systems priorities are the most introduction data qualities that have been used in research questionnaires. Analytical network process (ANP) and Super Decisions software used processing device. In The results, index value classifies the sub-systems in the designing of an important office building with an intelligent building system in order of traffic control, surveillance cameras, smart doors, smart lighting and glass. According to priority, the risk assessment and vulnerability architectural building assets risk, compared with un-enhanced buildings with the BMS and this result is illustrated in the risk charts.

Keywords: risk assessment, the threats from man-made, office building and BMS.

1 Assistant Professor, Faculty of Arts and Architecture, Islamic Azad university –Central Tehran Branch, Tehran, Iran
2 M.A student of Passive defence Eng, Malek ashtar University of Technology, Tehran, Iran; hassanpiri71@yahoo.com

مقدمه

با توجه به اینکه مراکز حیاتی و حساس به‌صورت مداوم در معرض تهدیدات انسان‌ساخت قرار دارند و از آنجا که آسیب‌پذیری این مراکز در مقابل تهدیدات مذکور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، ضرورت دارد که آمادگی کامل برای مقابله با این تهدیدات و آسیب‌های ناشی از آنها وجود داشته باشد. یکی از اهداف مهم پدافند غیرعامل، کاهش آسیب‌پذیری، خسارت و صدمات به تأسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی مراکز حیاتی، حساس و مهم کشور در برابر تهدیدات و حوادث غیرطبیعی است[۱]. ازاین‌رو، به‌کارگیری اصول و مبانی پدافند غیرعامل در طراحی و اجرای این مراکز امری بدیهی و غیرقابل انکار تلقی می‌شود [۲]. با توجه به اینکه با پیشرفت علم و تکنولوژی، نوع و ماهیت تهدیدات نیز پیشرفت چشمگیری داشته است، بهره‌گیری از تکنولوژی و علم در تمهیدات پدافند غیرعامل امری بدیهی است که در نهایت، منجر به کاهش خطرپذیری خواهد شد. به همین دلیل، اقدامات دفاع غیرعامل باید از پیشرفت فناوری به‌عنوان اهرمی برای مقابله با تهدیدات و کاهش آسیب‌پذیری بهره‌مند شود که با ارزیابی خطرپذیری در دو حالت استفاده از پیشرفت تکنولوژی و علم و استفاده نکردن از آن در طرح مورد نظر می‌توان میزان کاهش خطرپذیری را مشخص کرد. ارزیابی خطرپذیری به دو روش کیفی و کمّی صورت می‌گیرد[۴ و۳].

ضرورت و اهمیت به‌کارگیری اصول و مبانی پدافند غیرعامل در تمامی طرح‌ها به‌خصوص در طراحی مراکز حیاتی و حساس بر کسی پوشیده نیست و برای عمل به دستورالعمل ابلاغی از سوی سازمان پدافند غیرعامل نیز مهندسان مشاور سعی بر کاربست این اصول در تمامی طرح‌ها دارند. اما مسئله‌ای که وجود دارد، این است که در بسیاری از طرح‌هایی که قبل از مطرح شدن علم مهندسی پدافند غیرعامل اجرا شده است، اقدامات آن به‌طور کامل در نظر گرفته نشده است؛ به‌خصوص برخی ملاحظات دفاع غیرعامل مثل هوشمندسازی ساختمان‌ها در مراکز حیاتی و حساس که امری لازم و ضروری است. با توجه به استفاده نکردن سامانه‌ی هوشمند ساختمان BMS در ساختمان‌های اداری با اهمیت خیلی زیاد، این مطالعه با تلفیق اصول و مبانی پدافند غیرعامل و سامانه‌ی هوشمند ساختمان بر مبنای شاخص‌های مهندسی ارزش[1] باعث کاهش خطرپذیری ناشی از آسیب‌پذیری در ساختمان اداری با اهمیت خیلی زیاد شده است. از آنجا که مدیریت بحران به مجموعه اقداماتی گفته می‌شود که قبل، حین و بعد از وقوع بحران برای کاهش اثرات، حوادث و کاهش آسیب‌پذیری‌ها انجام می‌شود [۵]. برای تحقق همین امر سامانه‌ی هوشمند ساختمان به‌عنوان تکنولوژی نوین و پویا معرفی می‌شود که ترکیب آن با اهداف پدافند غیرعامل باعث تسهیل مدیریت بحران در هر سه حالت قبل از وقوع، هنگام وقوع و بعد از وقوع بحران خواهد شد.

پیشینه، هدف و اهمیت پژوهش

تاکنون تحقیقاتی در زمینه‌ی تأثیر سامانه‌ی هوشمند ساختمان در کاهش مصرف انرژی انجام شده است، اما وابستگی بسیار موضوع به پدافند غیرعامل نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه را ضروری کرده است. تاکنون در تحقیقات به استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان با رویکرد پدافند غیرعامل و باهدف پژوهش حاضر توجهی نشده است. حدادی نیستاک به انواع مختلف سامانه‌ی هوشمند ساختمان و همچنین تأثیر این سامانه در کاهش مصرف انرژی در کتاب اصول و مبانی سامانه‌های هوشمند کنترل و BMS پرداخته است [۶]. وحیدیان و همکاران سامانه‌ی ساختمان هوشمند را از نظر اقتصادی و بهینه‌سازی تحلیل کرده و ضمن معرفی سامانه‌های مدیریت انرژی در ساختمان به بررسی انواع آن، موارد کاربرد و همچنین میزان تأثیر آن در مدیریت مصرف و بهینه‌سازی انرژی پرداخته‌اند[۷]. در پژوهشی که توسط ثمره و همکاران انجام شده، استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان در یکی از ساختمان‌های شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان و کاهش مصرف انرژی الکتریکی آن، بررسی و پس از معرفی این سامانه و تأثیر آن در کاهش مصرف روشنایی، اهمیت به‌کارگیری این سامانه تجزیه و تحلیل شده است [۸].

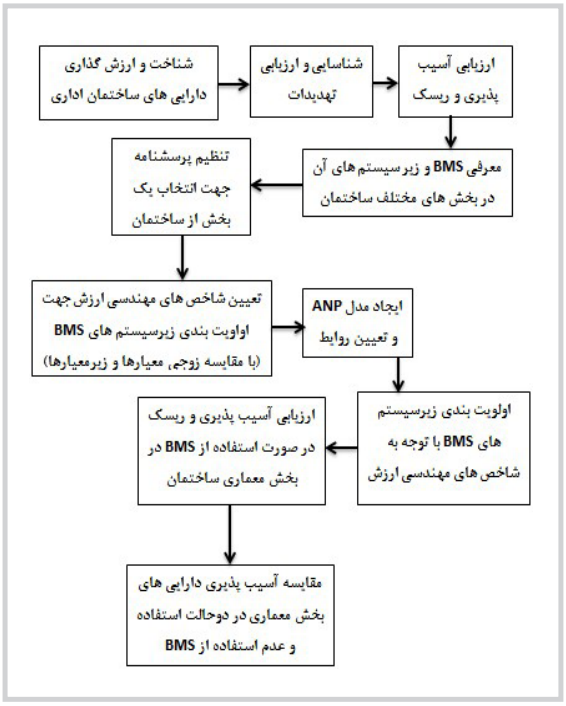
در هیچ کدام از پژوهش‌های پیشین به ترکیب اصول و مبانی سامانه‌ی هوشمند ساختمان با اصول و مبانی پدافند غیرعامل پرداخته نشده است. به همین دلیل،هدف پژوهش حاضر که کاهش خطرپذیری ناشی از آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت با توجه به شاخص‌های مهندسی ارزش است،بر استفاده از BMS برای دستیابی به اصول و مبانی پدافند غیرعامل تاکید دارد.

در صورت رخداد تهدیدات انسان‌ساخت علیه قسمت‌های مختلف ساختمان‌های حیاتی و حساس که ممکن است منجر به اختلال یا توقف عملکردهای حیاتی کشور یا تلفات وسیع انسانی شود، به‌کارگیری سامانه‌ی هوشمند ساختمان امری مهم و بااهمیت تلقی می‌شود؛ چراکه با به‌کارگیری این سامانه شاهد شناسایی و کاهش آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت خواهیم بود که در نهایت، باعث کاهش خطرپذیری خواهد شد. با توجه به اهمیت موضوع، این پژوهش می‌تواند باعث بررسی بیشتر BMS از منظر پدافند غیرعامل مبتنی بر مهندسی ارزش در پژوهش‌های آتی باشد.

روش پژوهش

در راستای هدف اصلی که کاهش خطرپذیری ناشی از آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت بر اساس شاخص‌های مهندسی ارزش در ساختمان اداری با درجه اهمیت خیلی زیاد است، پژوهش حاضر توصیفی _ تحلیلی است و به‌منظور گردآوری و تحلیل داده‌ها در این پژوهش از رویکردهای کمّی و کیفی بهره برده‌ایم[۹]. در بخش معرفی BMS و زیرسامانه‌های مختلف آن در بخش‌های مختلف ساختمان از روش کتابخانه‌ای

1 .value engineering



تصویر۱: مراحل انجام تحقیق

(کیفی) و در بخش ارزیابی خطرپذیری در صورت استفاده و استفاده نکردن از سامانه‌ی مدیریت ساختمان و همچنین اولویت‌بندی زیرسامانه‌های BMS در بخش معماری ساختمان با توجه به معیارهای مهندسی ارزش از روش پرسشنامه (کمّی) استفاده شده است. با توجه به نظرات گروهی کارشناسان پدافند غیرعامل، روایی پرسشنامه تأیید و پایایی آن نیز بر اساس آزمون آلفای کرونباخ برابر با ۰،۸۷۳ توسط نرم‌افزار SPSS به‌دست آمده است. برای تحلیل داده‌ها، فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) [۱۱و۱۰] و نرم‌افزار Super Decisions[۱] و نرم‌افزار SPSS نیز به‌عنوان ابزار پردازش اطلاعات مورد استفاده قرار گرفته است[۹]. از آنجا که جامعه‌ی آماری هر پژوهش می‌تواند از سه روش کلی: ۱.احتمالی(تصادفی)، ۲.غیراحتمالی(وضعی) و ۳.کارشناسی یا دلفی [۱۲] انتخاب شود، جامعه‌ی آماری این پژوهش نیز بر اساس روش دلفی از بین کارشناسان و خبرگان پدافند غیرعامل برگزیده شد. مراحل انجام تحقیق حاضر در قالب تصویر ۱ ارائه شده است.

دارایی‌های ساختمان اداری: دارایی‌شناسی مهم‌ترین اقدامی است که پیش از تهدیدشناسی باید صورت پذیرد؛ چرا که تا درک مناسبی از آنچه در معرض تهدید است حاصل نشود، تهدیدات نیز منطقی استخراج نمی‌شوند [۱۴و۱۳]. در یک تقسیم‌بندی کلی، دارایی‌های ساختمان اداری با درجه اهمیت حیاتی به ۴ دسته کلی تقسیم شدند[۱۵و۱۴] و هر یک از این دسته‌ها خود شامل بخش‌های دیگری طبق جدول ۳ هستند. بدیهی است که انسان و حس امنیت و آرامش قابل ارزش‌گذاری نیستند؛ چرا که هدف از ارزش‌گذاری دارایی‌ها، ارزیابی خطرپذیری و نهایتاً کاهش خطرپذیری برای حفظ سلامت و امنیت و آرامش انسان است. پس از شناسایی دارایی‌های موجود در ساختمان اداری با اهمیت خیلی زیاد به‌صورت پرسشنامه توسط خبرگان و بر اساس شاخص‌های ارزش سرمایه‌ای، ارزش اقتصادی، ارزش عملکردی، منحصر به فرد بودن و سطح پوشش بهره‌برداران، ارزش‌گذاری صورت گرفته و نمودار اهمیت دارایی‌ها، توسط نرم‌افزار SPSS در تصویر۲ مشخص شده است.

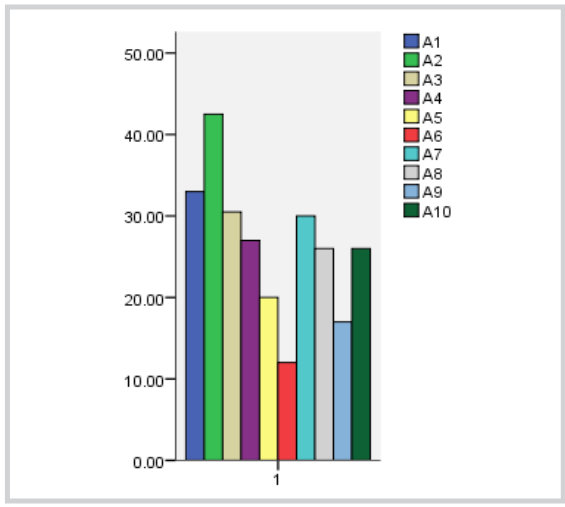
تهدیدات متصور برای ساختمان‌های اداری حیاتی:

به نظر می‌رسد که بررسی و شناخت تهدیدات و توانمندی‌های تسلیحاتی و فناورانه دشمن شرط اول و الزامی برای پی‌بردن به توانایی‌ها و اهداف دشمن است و بی‌توجهی در این خصوص آسیب‌ها و ضررهای جبران‌ناپذیری را در پی خواهد داشت؛ زیرا پس از آشکار شدن جنبه‌های مختلف تهدید است که شرایط و امکانات لازم برای بررسی و محاسبه توان و مقدورات دفاعی و کاهش آسیب‌پذیری‌ها فرامی‌رسد. کشف به‌موقع تهدید و چگونگی آن و تمرکز به‌موقع امکانات برای تدابیر هوشمندانه‌ی مقابله با آن، موجب رفع نقاط ضعف و کاهش آسیب‌پذیری می‌شود[۱۶و۱۵].

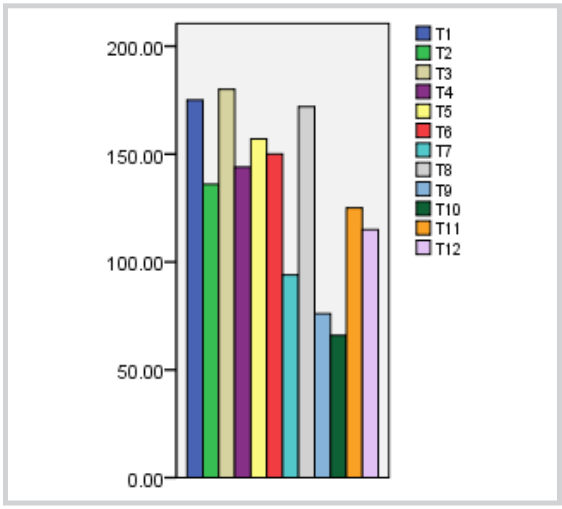
در جدول ۲ تهدیدات متصور بر ساختمان اداری، تحت عناوینی چون نوع تهدید، ابزار تهدید و محل وقوع تهدید تقسیم‌بندی شده‌اند. پس از شناسایی تهدیدات متصور بر ساختمان اداری، از طریق پرسشنامه و مصاحبه با خبرگان و کارشناسان حوزه‌ی پدافند غیرعامل بر اساس شاخص‌های سابقه‌ی تهدید، توانایی دشمن، جذابیت هدف، برخورداری از کمترین تبعات منفی برای دشمن، سهم هر یک از تهدیدات تعیین و توسط نرم‌افزار SPSS [۱۷] در تصویر ۳ مشخص شده است.

سامانه‌ی مدیریت ساختمان BMS: سامانه‌ی مدیریت ساختمان یا BMS که گاهی با عنوان سامانه‌ی اتوماسیون ساختمان نیز شناخته می‌شود، یک سامانه‌ی مبتنی بر رایانه است که برای پایش و نظارت بر تجهیزات مکانیکی و الکتریکی داخل ساختمان (مانند تهویه، روشنایی، سامانه‌ی قدرت، سامانه‌ی آتش‌نشانی و ایمنی) در داخل ساختمان‌ها نصب می‌شود [۱۸و۶]. سامانه‌ی مدیریت ساختمان سامانه‌ای است که به فعالیت‌ها و امور ساختمان‌ها نظارت و در مواقع لازم با توجه به تغییرات شرایط محیطی، تغییرات لازم را به‌طور خودکار اعمال می‌کند. این سامانه می‌تواند با توجه به کاربری ساختمان (مسکونی، اداری، تجاری، درمانی و ...) طراحی و اجرا شود و بر کلیه‌ی فعالیت‌ها اعم از باز و بسته شدن در، ورود و خروج افراد، سامانه‌های روشنایی، سامانه‌های تهویه مطبوع، پنجره و پرده‌ی اتاق‌ها، سامانه‌ی صوتی و تصویری و ... نظارت داشته باشد [۶].به ساختمانی که مجهز به سامانه‌ی مدیریت باشد، اصطلاحاً ساختمان هوشمند گویند. این سامانه به افراد ساکن این امکان را می‌دهد که از تجهیزات به‌طور کاراتری استفاده و احساس امنیت و آسایش

۱. نرم‌افزار super decisions برای تحلیل الگوهای سلسله مراتبی و شبکه‌ای طراحی‌شده است. به‌طوری‌که در این نرم‌افزار از مقایسه‌های زوجی استفاده می‌شود و محقق می‌تواند در این نرم‌افزار از الگوهای دارای شبکه پیچیده برای رسیدن به بهترین گزینه بهره‌مند شود.



تصویر۲: دارایی‌های موجود در ساختمان اداری حیاتی



تصویر۳: سهم هر یک از تهدیدات در ساختمان‌های اداری

انواع تهدید	روش‌های تهدید	ابزار تهدید	محل وقوع تهدید	threat
سخت	تروریستی	بمب‌گذاری	خارج (مجاورت) - داخل	T۱
		نشر مواد سمی	خارج (مجاورت) - داخل	T۲
		ایجاد حریق عمدی	داخل	T۳
		(حمله مسلحانه (حمله زمینی	داخل	T۴
	خرابکاری	فیزیکی	داخل	T۵
	امنیتی	آشوب	(خارج (مجاورت	T۶
		گروگان‌گیری	خارج (مجاورت) - داخل	T۷
	هوایی	حمله هوایی و موشکی	خارج (مجاورت) –اصابت با ساختمان	T۸
نیمه سخت	تروریستی	الکترومغناطیسی	داخل	T۹
		گرافیتی	داخل	T۱۰
نرم	خرابکاری	سایبری	(داخل (نفوذ از خارج	T۱۱
	امنیتی	جاسوسی و نفوذ انسانی	(داخل (نفوذ از خارج	T۱۲

جدول۲ :تهدیدات متصور بر ساختمان اداری با توجه به شاخص‌های تهدیدشناسی [۱۴]

بیشتری کنند. همچنین این سامانه می‌تواند موجب صرفه‌جویی انرژی شود[۱۸].

کاربردها و مزایای BMS

از کاربردها و مزایای BMS می‌توان به این موارد اشاره کرد: کنترل هوشمند عبور و مرور در ساختمان ،کنترل هوشمند میزان نور، دما، رطوبت و... ساختمان، خاموش کردن روشنایی در صورت حضور نداشتن فرد در اتاق، خاموش کردن لوازم برقی در صورت بی‌استفاده بودن آنها، ایجاد محدودیت در استفاده از تلفن، گاز، آب، برق و ... ، ایجاد هشدار در صورت باز بودن درها، پنجره‌ها، پرده‌ها و ... ، حفاظت از ساختمان و جان افراد در برابر آتش‌سوزی، نشت گاز و ... ، حفاظت از ساختمان در برابر سرقت (دزدگیر یا دوربین مداربسته)، قابلیت خاموش و روشن کردن لوازم برقی از راه دور (از طریق تلفن)، بازگشت کلیه‌ی هزینه‌های سامانه در عرض یک سال با صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کنترل هوشمند آبیاری، سامانه‌ی صوتی هوشمند، کنترل فیلترها، دما و تأثیر اشعه

شبکه‌ها و اطلاعات[2]	داده‌ها	A۱
	شبکه‌ی امنیتی - ارتباطی	A۲
فضاهای خدماتی- اداری	بخش‌های مختلف اداری	A۳
	بخش‌های خدماتی برای کارکنان	A۴
	انباری‌ها	A۵
تأسیسات و تجهیزات	تأسیسات و تجهیزات الکتریکی	A۶
	تأسیسات و تجهیزات مکانیکی	A۷
فضاهای در ارتباط با مهمانان	ورودی – خروجی	A۸
	مسیرهای ارتباطی	A۹
	سالن‌های کنفرانس	A۱۰

جدول۱: تقسیم‌بندی دارایی‌های ساختمان اداری[1] بااهمیت خیلی زیاد [۱۵و۱۴]

خورشید بر استخر، کاهش مصرف انرژی در طولانی‌مدت به دلیل حذف مصارف ناخواسته، کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری، حذف خطای اپراتوری به دلیل کنترل توسط رایانه، ثبت دقیق میزان استفاده هر واحد یا قسمت از منابع انرژی، گزارش‌گیری آماری از عملکرد اجزای مختلف ساختمان، اعلام زنگ‌های هشدار برای بازبینی دوره‌ای تجهیزات و امکان کنترل از راه دور[۱۸و۶].

نقش تجهیزات هوشمندسازی در مدیریت بحران

علاوه بر مواردی که در کاربردها و مزایای سامانه‌ی هوشمند ساختمان اشاره شد، نقش تجهیزات هوشمندسازی به‌خصوص در شرایط بحرانی از مهم‌ترین مزایای آن از منظر دفاع غیرعامل به شمار می‌آید. در این خصوص می‌توان به مواردی مثل سامانه‌ی نظارت تصویری دوربین مدار بسته اشاره کرد: دوربین مدار بسته جزء ارکان سامانه‌های حفاظتی- امنیتی ساختمان است و برای پوشش تصویری اماکن کاربرد دارد. با توجه به اینکه هدف از اجرای سامانه‌ی نظارت تصویری،ایجاد امنیت (جلوگیری از وقوع جنایت) و پیشگیری از وقوع حوادث است، وجود دوربین در مناطق مورد نیاز، حتی اگر هم به‌صورت همزمان پایش و رصد نشود، خود بازدارنده خواهد بود. از جدیدترین مصارفی که این دوربین‌ها دارند، می‌توان به استفاده از آنها به عنوان تشخیص‌دهنده اختلالات اجتماعی در معابر عمومی اشاره کرد به این ترتیب که در نقاط خاص، دوربین‌های هوشمند قرار می‌گیرند و می‌توانند اختلالات رفتاری اشخاص را در حیطه‌ی این دوربین‌ها تشخیص دهند.

در مورد درهای هوشمند نیز می‌توان گفت که ایجاد هشدار در صورت باز بودن درها یا بسته شدن اتوماتیک آنها (به ویژه زمانی که باز بودن درها باعث وقوع بحران و یا افزایش شدت آن خواهد شد) می‌تواند نقش بسزایی را در تسهیل مدیریت بحران داشته باشد. درهای هوشمند در مواقعی که باز بودن آنها ضروری باشد نیز می‌توانند مؤثر واقع شوند؛ چرا که بیشترین تأثیر را در تخلیه‌ی اضطراری ساختمان‌ها هنگام وقوع بحران دارند. ازاین‌رو، درهای هوشمند یک ساختمان اداری با درجه‌ی اهمیت خیلی زیاد می‌توانند هنگام وقوع بحران‌هایی چون اغتشاشات، با بسته شدن به‌موقع و هوشمندانه یا هنگام آتش‌سوزی در داخل ساختمان و مواردی از این قبیل که نیاز به تخلیه‌ی اضطراری کاربران آن است، کمک شایانی به تسهیل مدیریت بحران ارایه دهد.

بدون تردید ورود افراد غیر مجاز به ساختمان، به‌خصوص ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد، می‌تواند هر گونه پیامد ناگواری را به دنبال داشته باشد. برای ممانعت از وقوع چنین بحرانی باید تردد افراد به داخل ساختمان پایش شود. علاوه بر آن، واپایش اشیا و لوازمی که توسط افراد به داخل ساختمان حمل می‌شوند نیز می‌تواند مانع وقوع بحران شود. بدیهی است که در نظر گرفتن سامانه‌ی کنترل تردد و همین طور گیت‌های کنترل اشیا به‌طور مؤثر از نفوذ خرابکار به داخل ساختمان پیشگیری می‌کند.

BMS در بخش‌های مختلف ساختمان: BMS در ۴ بخش سازه‌ای، معماری، تأسیسات الکتریکی و مکانیکی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد و به‌طور مسلم تأثیر آن در بخش‌های مختلف ساختمان از منظر پدافند غیرعامل به یک اندازه نخواهد بود. امروزه با پیشرفت فناوری در همه‌ی عرصه‌ها، طراحی و ساخت سامانه‌ی‌های تأسیساتی، مکانیکی و الکتریکی مورد استفاده در ساختمان‌سازی نیز با پیشرفت‌های قابل توجهی همراه بوده است. افزایش بازده ماشین‌ها و سامانه‌ی‌های تأسیساتی، کاهش مصرف انرژی را در مقایسه با سامانه‌ی‌های قدیمی‌تر به همراه داشته است. کاهش ابعاد، سهولت تعمیر و نگهداری از دیگر مشخصات استفاده از سامانه‌ی‌های پیشرفته‌ی امروزی است. با هوشمندسازی ساختمان‌ها[1]، امکان پایش مجموعه سامانه‌های تأسیساتی و بهره‌برداری از آنها امکان‌پذیر شده است[۱۸]. از تمامی امکانات مزبور در حال حاضر در ساختمان‌های با اجرای سنتی و صنعتی می‌توان استفاده کرد. بدیهی است در یک سامانه‌ی ساخت صنعتی، توقع و انتظار این است که از سامانه‌ی‌های پیشرفته و نوین تأسیساتی نیز استفاده شود در حالی که هزینه‌ی سرمایه‌گذاری اولیه زیاد این سامانه‌ها می‌تواند منجر به افزایش قیمت تمام نشده ساختمان‌ها شود. به‌عنوان مثال، در ساختمان‌های اداری و تجاری دستگاه تهویه مطبوع و سامانه‌ی روشنایی مرکزی پرمصرف‌ترین هستند[۱۹].

سامانه‌های مؤثر در بخش تأسیسات مکانیکی از سامانه‌ی تهویه مطبوع (سرمایشی و گرمایشی)، پانل‌های سقفی خنک‌کننده، کنترل تأسیسات استخر، سونا و جکوزی و ... نام برد و در بخش الکتریکی نیز می‌توان به سامانه‌های صوتی و تصویری تجهیزات اداری، آیفون تصویری ورود و خروج مهمانان و مراجعه‌کنندگان، سامانه‌ی‌های ارتباطی پشتیبانی خطوط تلفن، سامانه‌های مدیریت روشنایی و ... اشاره کرد[۸].

زیرسامانه‌ی‌های مختلف BMS در بخش‌های معماری، تأسیسات الکتریکی و تأسیسات مکانیکی ساختمان معرفی و با

1 . smart buildings

بخش معماری	تأسیسات الکتریکی	تأسیسات مکانیکی
دوربین مداربسته	صوتی تصویری	سرمایشی- گرمایشی
شیشه‌های هوشمند	سامانه‌ی ارتباطی (خطوط تلفن- پیام‌گیر)	سامانه‌ی تهویه هوا
درب هوشمند	سامانه‌ی مدیریت روشنایی	اعلام و اطفای حریق
کنترل تردد	سامانه‌ی توزیع دیتا	کنترل هوشمند موتورخانه
نورپرداز داخلی	آنتن مرکزی و توزیع سیگنال	پانل‌های سقفی خنک‌کننده

جدول۳ :تقسیم‌بندی زیرسامانه‌ی‌های BMS در بخش‌های مختلف ساختمان

استفاده از پرسشنامه، زیرسامانه‌ی‌های آن بخش از ساختمان اداری که بیشترین تأثیر را از منظر پدافند غیرعامل در کاهش آسیب‌پذیری خواهند داشت، انتخاب شده و مورد بررسی قرار گرفته است. همان طور که در جداول ۳ و ۴ مشخص است، به دلیل اینکه زیرسامانه‌ی‌های BMS در بخش سازه‌ای ساختمان مثل میراگرها بیشتر در مقابله با نیروهای ناشی از زلزله و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند و از آنجا که هدف مقاله کاهش خطرپذیری ناشی از آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت است، از ذکر این بخش از ساختمان در پرسشنامه صرف نظر شده است.

با توجه به جداول ۳ و ۴ طی یک نظرسنجی از کارشناسان و خبرگان پدافند غیرعامل و کارشناسان شرکت مهندسی و ساختمان شمس عمران (اعم از رشته‌های معماری، برق و تأسیسات)، ۵۳,۳۳٪ از کل افراد، بخش معماری ساختمان را از دیدگاه پدافند غیرعامل مهم‌ترین بخش یک ساختمان اداری با اهمیت خیلی زیاد دانسته‌اند؛ به همین دلیل، در این مقاله فقط بخش معماری ساختمان اداری مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

در مورد ویژگی‌های بخش معماری ساختمان هوشمند باید سهم و نقش هر یک از زیرسامانه‌ی‌ها مورد بررسی قرار گیرد. هر بخشی در یک ساختمان هوشمند باید دارای تجهیزاتی باشد که توسط آنها اطلاعات دریافت و وارد سامانه‌ی کنترل شوند. زمانی که از معماری هوشمند سخن می‌گوییم، نقطه شروع باید حسگرها باشند. حسگرها ابزارهایی‌اند که اطلاعات داخلی و خارجی ساختمان را جمع‌آوری می‌کنند. در فضای داخلی، حسگرها این امکان را برای سامانه‌ها فراهم می‌کنند تا درک درستی از شرایط درونی ساختمان داشته باشد. در فضای خارجی، آنها اطلاعات را از محیط بیرونی ساختمان در زمان معیّن دریافت و جمع‌آوری می‌کنند. حسگرها به چند دسته تقسیم می‌شوند که حسگرهای درون و بیرون بنا زیرمجموعه‌های آن هستند. حسگرهای پرتو خورشیدی، حسگرهای نظارتی و امنیتی، حسگرهای آلودگی صوتی، حسگرهای تغییر رنگ و نمای بصری از حسگرهای بیرونی هستند. حسگرهای بخش‌هایی نظیر بخش انرژی، کنترل هوا،

بخش‌های مختلف ساختمان	تعداد	درجه کیفی
بخش معماری	۱۶	٪۵۳,۳۳
بخش تأسیسات الکتریکی	۸	٪۲۶,۶۶
بخش تأسیسات مکانیکی	۶	٪۲۰

جدول۴ :انتخاب بخش مؤثرتر ساختمان اداری با BMS

بخش نوردهی و تهویه مطبوع از انواع حسگرهای درون بنا هستند که به‌وسیله‌ی آنها اهداف گوناگونی محقق می‌شوند.حسگرهای امنیتی و مراقبتی که در خدمت محیط درون و برون ساختمان هستند، شامل حسگرهای آتش و دود، دوربین‌های مداربسته، حسگرهایی ورود و خروج، حسگرهای لرزش و شتاب، حسگرهای حرکت می‌شوند[۱۸و۶].

علاوه بر موارد گفته شده، درهای هوشمند تعبیه‌شده در قسمت ورودی‌ها و خروجی‌های ساختمان که مانع از ورود افراد دیگر به ساختمان شود و همچنین در مواقع بحران نیز از تخلیه‌ی اضطراری ساکنان ساختمان ممانعت نکند، از مهم‌ترین زیرسامانه‌ی‌های BMS برای تحقق امنیت در ساختمان اداری محسوب می‌شود. با توجه به عملکرد سامانه‌ی‌های هوشمند در بخش‌های مختلف ساختمان، می‌توان گفت که با در نظر داشتن امنیت کاربران این ساختمان‌ها که عمدتاً افرادی خاص هستند، کاربرد آن در بخش معماری ساختمان‌های اداری (به‌خصوص ساختمان اداری بااهمیت بیشتر) و با توجه به اصول و مبانی پدافند غیرعامل تأثیر بیشتری را در برقراری حفاظت و امنیت آن نسبت به سایر بخش‌های ساختمان دارد.

اولویت‌بندی زیرسامانه‌ی‌های سامانه‌ی مدیریت ساختمان با توجه به شاخص‌های مهندسی ارزش

پس از انتخاب بخش معماری ساختمان اداری حیاتی برای بررسی کاهش خطرپذیری آن با BMS، قرار است ۵ زیرسامانه‌ی معرفی شده در این بخش از منظر پدافند غیرعامل و با توجه به معیارهای مهندسی ارزش اولویت‌بندی شوند که برای اولویت‌بندی زیرسامانه‌ها، مراحل زیر طی می‌شود:

الگوی انتخاب (تعیین اولویت) زیرسامانه‌ی‌های BMS برای کاهش خطرپذیری در ساختمان اداری (ایجاد الگو و تبدیل مسئله به یک ساختار شبکه‌ای)؛ برای اهداف این مقاله که کاهش خطرپذیری با استفاده از BMS با توجه به معیارهای مهندسی ارزش در ساختمان اداری با اهمیت زیاد است و در اولویت‌بندی زیرسامانه‌ی‌های سامانه‌ی هوشمند ساختمان، فقط از ۴ معیار اصلی و زیرمعیارهای مربوط به آنها که همگی از شاخص‌های مهندسی ارزش هستند، به شرح تصویر ۴ استفاده شده است.

به‌دلیل متنوع بودن هزینه‌ی زیرسامانه‌های BMS با توجه به ساخت آنها توسط شرکت‌های مختلف داخلی و خارجی، در

اولویت‌بندی آنها از شاخص هزینه‌ی نسبی و نسبت برگشت هزینه که از شاخص‌های مهم در مهندسی ارزش محسوب می‌شوند، استفاده نشده است. در تصویر ۴ مشخص شده است که علاوه بر ارتباط بین معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها، وابستگی درونی آنها نیز در فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای تعیین ۴ معیار اصلی که در تصویر ۴ نیز مشخص است، از دیدگاه مهندسی ارزش استفاده شده است که در زیر به‌اختصار مفاهیم آنها تشریح می‌شود.

کاربرد در زمان بحران: توانایی ممانعت از خطر (اتفاق – حادثه) در زمان‌های قبل، حین و بعد از وقوع بحران توسط BMS.

قابلیت اجرا: میزان پیچیدگی، زمان و فوریت اجرا و صحت و سهولت اجرا در نصب و اجرای سامانه‌ی BMS در ساختمان اداری با اهمیت خیلی زیاد.

قابلیت انعطاف: ظرفیت ایجاد تغییرات با توجه به نیازهای ساختمان اداری (با اهمیت خیلی زیاد) و با حداقل نرم‌افزار در BMS بدون اینکه نیازی به به‌کارگیری سخت‌افزارهای پیچیده و زائد و سرمایه‌گذاری پرهزینه باشد.

قابلیت اعتبار: میزان قابل اعتماد بودن و دقیق بودن سامانه‌ی هوشمند ساختمان در ساختمان اداری با اهمیت خیلی زیاد به طوری که از پشتیبانی موقعیت بحرانی جلوگیری کند.

مقایسه‌ی دودویی معیارهای اصلی

مقایسه دودویی معیارهای اصلی چهارگانه بر اساس ۹ کمیتی ساعتی [۲۰] و به همان ترتیبی که در فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مورد استفاده قرار می‌گیرد، انجام می‌شود. نتیجه مقایسه‌ی دودویی معیارهای اصلی در جدول ۶ نشان داده شده است که از میانگین هندسی نظرات گروهی حاصل شده است [۲۱]. از آنجا که میزان قابل قبول نرخ سازگاری ماتریس‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است[۱۵]، نرخ سازگاری تمامی ماتریس‌ها توسط نرم‌افزار spss محاسبه شده‌اند و کمتر از ۰،۱ را نشان می‌دهند که قابل‌قبول هستند.

در مقایسه دودویی اهمیت سطر به ستون سنجیده شده است که عدد کمتر از یک پایین بودن و عدد بیشتر از یک بالا بودن اهمیت آن را نشان می‌دهد. پس از مقایسه‌ی دودویی معیارهای اصلی، وابستگی‌های درونی آنها نیز طبق نظر خبرگان با هم مقایسه می‌شوند سپس ضریب اهمیت هریک از زیرمعیارهای آنها (بر اساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی) به دست می‌آید[۲۳و۱۰].

مقایسه دو دویی وابستگی‌های درونی زیرمعیارها

همان‌طور که در تصویر۴ مشخص است، ۹ زیرمعیار (شاخص‌های مهندسی ارزش)[۱۵] که نشانگر ویژگی‌های معیارهای اصلی چهارگانه هستند، برای اهداف این مقاله انتخاب شده‌اند. وابستگی متقابل این زیرمعیارها در جدول ۷ نشان داده شده است. معمولاً برای تعیین وابستگی‌های متقابل زیرمعیارها (و حتی معیارها) از نظرات کارشناسان ذیربط استفاده می‌شود [۲۰]. وابستگی درونی زیرمعیارها به یکدیگر با ماتریس مقایسه دودویی آنها اهمیت بندی می‌شوند. در این پژوهش نیز برای تعیین وابستگی درونی معیارها و زیرمعیارها از نظرات کارشناسان پدافند غیرعامل استفاده شده است.

روش وزن‌دهی به خوشه‌ها/ گزینه‌ها و شاخص‌های الگوی فرایند تحلیل شبکه

وزن‌دهی به معیارها و شاخص‌های الگو (ANP) (خوشه‌ها/ گزینه‌ها) بر اساس خروجی داده‌ها و اطلاعات به‌دست‌آمده از مطالعات کتابخانه‌ای در مورد BMS و معیارهای مهندسی ارزش مبتنی بر طیف وزنی الگو ANP است که دامنه‌ی عددی از ۱ تا ۹ را شامل می‌شودکه بر اساس نتایج پرسشنامه و اولویت‌بندی کارشناسان پدافند غیرعامل صورت گرفته است.

تصویر ۵ طرح کلی الگو ANP که تعاملات و بازخوردها در درون خوشه‌ی وابستگی‌های درونی[1] و تعاملات و بازخوردها میان خوشه‌های وابستگی‌های بیرونی[2] مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند. تصویر ۶ نمونه‌ای از روش وزن‌دهی در نرم‌افزار Super Decisions را نشان می‌دهد. انجام عملیات پردازشی و تحلیلی تحقیق حاضر با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions و کتاب راهنمای آن اثر روزان ساعتی[3] انجام شده است[۱۰].

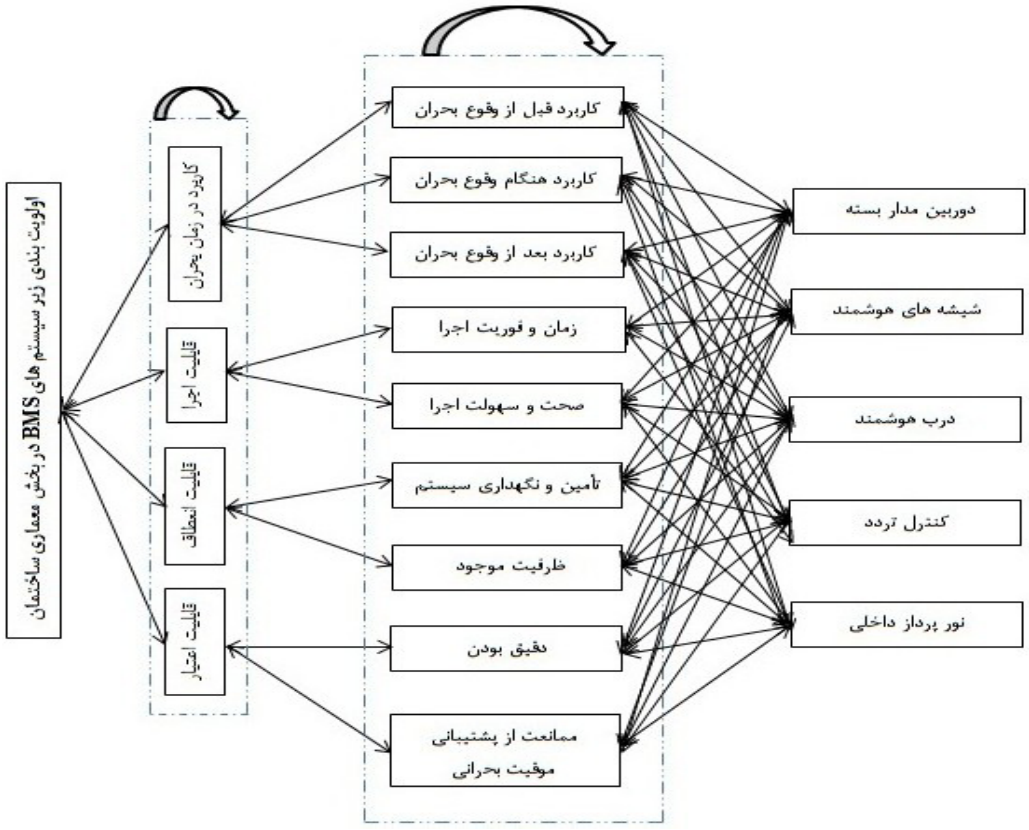
نتایج الگو ANP مبتنی بر اولویت‌سنجی زیرسامانه‌ی‌های BMS در بخش معماری ساختمان اداری

هر خوشه (گروه) و کل الگو نتایج خاص خود را ارائه می‌کنند. از آنجا که ارائه‌ی این نتایج حجم عملیات گسترده‌ای دارد، در اینجا به برخی از وضعیت‌های برجسته و عمده‌ی حاصل از اجرای الگو اشاره می‌شود. تصویر ۷ اهمیت و برتری گره (نود) سامانه‌ی دوربین مداربسته و سامانه‌ی کنترل تردد را در خوشه (زیرمعیار) کاربرد قبل از وقوع بحران نشان می‌دهد که با تصویر ۸، برتری کنترل تردد در همان خوشه نسبت به سامانه‌ی شیشه‌های هوشمند از منظر دفاع غیرعامل در ارتباط است.

در این خصوص، وزن مطلوب، وزن عادی و وزن نهایی برای کل خوشه‌ها محاسبه شده است که به سبب حجم عملیات و خروجی‌های گسترده، تنها با توجه به اولویت‌بندی زیرسامانه‌ی‌های معرفی‌شده در بخش معماری ساختمان، یک خوشه‌ی کاربرد قبل از وقوع بحران ارائه شده است.

با توجه به تصویر ۹، نکته حائز اهمیت در اجرای الگوی حاصل‌شده، برتری گزینه‌های سامانه‌ی دوربین مداربسته و سامانه‌ی کنترل تردد نسبت به سامانه‌ی شیشه‌های هوشمند و سامانه‌ی نورپرداز داخلی است که از منظر پدافند غیرعامل اصولی‌ترین و همچنین با توجه به شاخص‌های مهندسی ارزش، بهینه‌ترین زیرسامانه‌ی‌های BMS در ساختمان اداری با اهمیت خیلی زیاد برای کاهش خطرپذیری ناشی از آسیب‌پذیری

1 . Inner dependencies
2 . ependencies outer
3 . saaty



تصویر ۴: الگوی شبکه‌ای برای اولویت‌بندی زیرسامانه‌ی‌های BMS برای کاهش خطرپذیری ساختمان اداری (نگارندگان۱۳۹۴)

دارایی‌ها در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت هستند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از فرایند تحلیل شبکه‌ای و با اولویت‌بندی زیرسامانه‌ی‌های سامانه‌ی هوشمند ساختمان در بخش معماری ساختمان به دلیل متنوع بودن نوع تهدیدات و آسیب‌پذیری‌ها با در نظر داشتن اولویت‌بندی زیرسامانه‌ها، مجدداً ارزیابی خطرپذیری در ساختمان اداری با اهمیت خیلی زیاد انجام شده است.البته با این تفاوت که دارایی‌های مربوط به معماری ساختمان مورد ارزیابی قرار گرفته و باحالت استفاده نکردن از BMS در قالب نمودارهای مربوط توسط نرم‌افزار SPSS مقایسه شده‌اند.

آسیب‌پذیری هر یک از دارایی‌های بخش معماری ساختمان اداری براساس شاخص‌های ضعف رویایی، ضعف حفاظتی، امکان دسترسی، امکان شناسایی، امکان انجام تهدیدات، ضعف ترمیمی و امکان پایداری سامانه در مقابل هر یک از تهدیدات شناسایی، ارزیابی و در اشکال ۱۶- ۱۱ ارائه شده‌اند. تصویر ۱۰ نیز مجموع آسیب‌پذیری دارایی‌ها را در مقابل تهدیدات بر اساس شاخص‌های مذکور در قالب یک نمودار نشان می‌دهد. در اشکال ارائه شده، حالت ۱ ارزیابی آسیب‌پذیری دارایی‌ها در صورت استفاده نکردن از سامانه‌ی هوشمند ساختمان و حالت ۲ نیز ارزیابی آسیب‌پذیری همان دارایی‌ها در صورت استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان در بخش معماری ساختمان اداری با اهمیت خیلی زیاد و حساس و همین طور حروف T تهدید، A دارایی و VA آسیب‌پذیری دارایی را در نمودارهای مربوط نشان می‌دهد.

تصویر ۱۰ آسیب‌پذیری کل دارایی‌ها را در دو حالت استفاده و استفاده نکردن از BMS به‌طور کلی با هم مقایسه کرده و در اشکال بعدی آسیب‌پذیری هر دارایی به‌تنهایی در مقابل تهدیدات احصا شده است. دو حالت ذکرشده با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته است. با توجه به نمودارها، آسیب‌پذیری دارایی‌ها در مقابل تهدیدات محتمل، کاهش قابل توجهی در صورت استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان داشته است؛ شیب خطوطی که میزان آسیب‌پذیری‌ها در دو حالت ۱ و ۲ را به همدیگر وصل می‌کند ،گویای این مطلب است. لازم به توضیح است به دلیل اینکه استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان در بخش معماری ساختمان اداری مورد بررسی قرار گرفته، دارایی این بخش از ساختمان اعم از بخش‌های مختلف اداری ساختمان، بخش‌های خدماتی برای کارکنان، انبارها، ورودی ـ خروجی ساختمان، سالن‌های کنفرانس و مسیرهای ارتباطی (آسانسورها، راه‌پله‌ها، راهروها و...) در صورت استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان با حالت استفاده نکردن از آن مقایسه شده است.

باتوجه به اینکه زیرسامانه‌ی‌های سامانه‌ی هوشمند ساختمان عملکردی یکسان در تمامی بخش‌های معماری ساختمان ندارند اولویت‌بندی آنها در هر دارایی انجام شده است. در تصویر ۱۷ اولویت‌بندی زیرسامانه‌ها بر اساس کاهش آسیب‌پذیری دارایی‌ها بر مبنای شاخص‌های مهندسی ارزش مشخص شده است به این معنا که به‌عنوان مثال، در کاهش آسیب‌پذیری دارایی ورودی- خروجی سامانه‌ی در هوشمند بیشترین تأثیر را داشته و سامانه‌ی

معیارها	A	B	C	D
Aکاربرد در زمان بحران	۱			
B قابلیت اجرا	۰،۴۷	۱		
C قابلیت انعطاف	۰،۴۶	۱،۶۷	۱	
D قابلیت اعتبار	۰،۵۵	۲،۵۹	۲،۰۳	۱

جدول۵ :مقایسه دودویی معیارهای اصلی (نگارندگان ۱۳۹۴)

معیارها	A	B	C	D
کاربرد در زمان بحران A			√	√
قابلیت اجرا B			√	√
قابلیت انعطاف C	√	√		√
قابلیت اعتبار D	√	√	√	

جدول ۶: وابستگی درونی معیارهای اصلی به یکدیگر (نگارندگان ۱۳۹۴)

زیرمعیارها	A	b	c	d	e	f	g	h	I
کاربرد قبل از بحران a		√	√		√			√	√
کاربرد هنگام بحران b	√		√		√			√	√
کاربرد بعد از بحران c	√	√							√
زمان و فوریت اجرا d					√	√		√	
صحت وسهولت اجراe	√	√		√		√	√		
ظرفیت فنی موجود f				√	√		√	√	
تعمیرو نگهداری g					√	√			
دقیق بودن h	√	√		√		√			√
ممانعت از بحران i	√	√	√					√	

جدول۷: وابستگی درونی زیرمعیارها به یکدیگر (نگارندگان ۱۳۹۴)

نورپرداز داخلی بدون تأثیر است . طبق نمودار تصویر ۱۴ نیز در دارایی ورودی – خروجی (A 8) تهدید بمب‌گذاری (T 4) بیشترین احتمال وقوع را دارد. می‌توان گفت که تأثیر زیاد سامانه‌ی در هوشمند در کاهش آسیب‌پذیری، مقابل تهدید بمب‌گذاری و بدون تأثیر بودن سامانه‌ی نورپرداز داخلی در آن، صحت نتایج نمودارها را نشان می‌دهد. یا در سالن‌های کنفرانس، سامانه‌ی کنترل تردد بیشترین و سامانه‌ی شیشه‌های هوشمند بر اساس احتمال وقوع تهدیدات، کمترین تأثیر را در کاهش آسیب‌پذیری داشته‌اند.

ضمن تعیین اهمیت دارایی‌ها ، تهدیدات احتمالی و آسیب‌پذیری‌ها در ماتریس‌های جداگانه به ارزیابی خطرپذیری مجموعه پرداخته شده است.

الگوی ارزیابی خطرپذیری مورد استفاده در این پژوهش

در حال حاضر بیش از ۷۰ نوع مختلف کیفی و کمّی روش ارزیابی خطرپذیری در زمینه‌های مختلف در دنیا وجود دارد. آژانس مدیریت شرایط اضطراری فدرال آمریکا نیز روشی برای ارزیابی خطرپذیری ارائه داده است که در ادامه به معرفی آن می‌پردازیم. این آژانس خطرپذیری را حاصل‌ضرب دارایی، درجه تهدید و درجه آسیب‌پذیری می‌داند و از جمع‌آوری نتایج ارزیابی ارزش دارایی‌ها، ارزیابی تهدید و ارزیابی آسیب‌پذیری و نهایتاً ارزش عددی خطرپذیری برای هر دارایی ، تهدید یا خطر را تعیین می‌کند. این فرایند در تصویر ۱۸ نشان داده شده است.

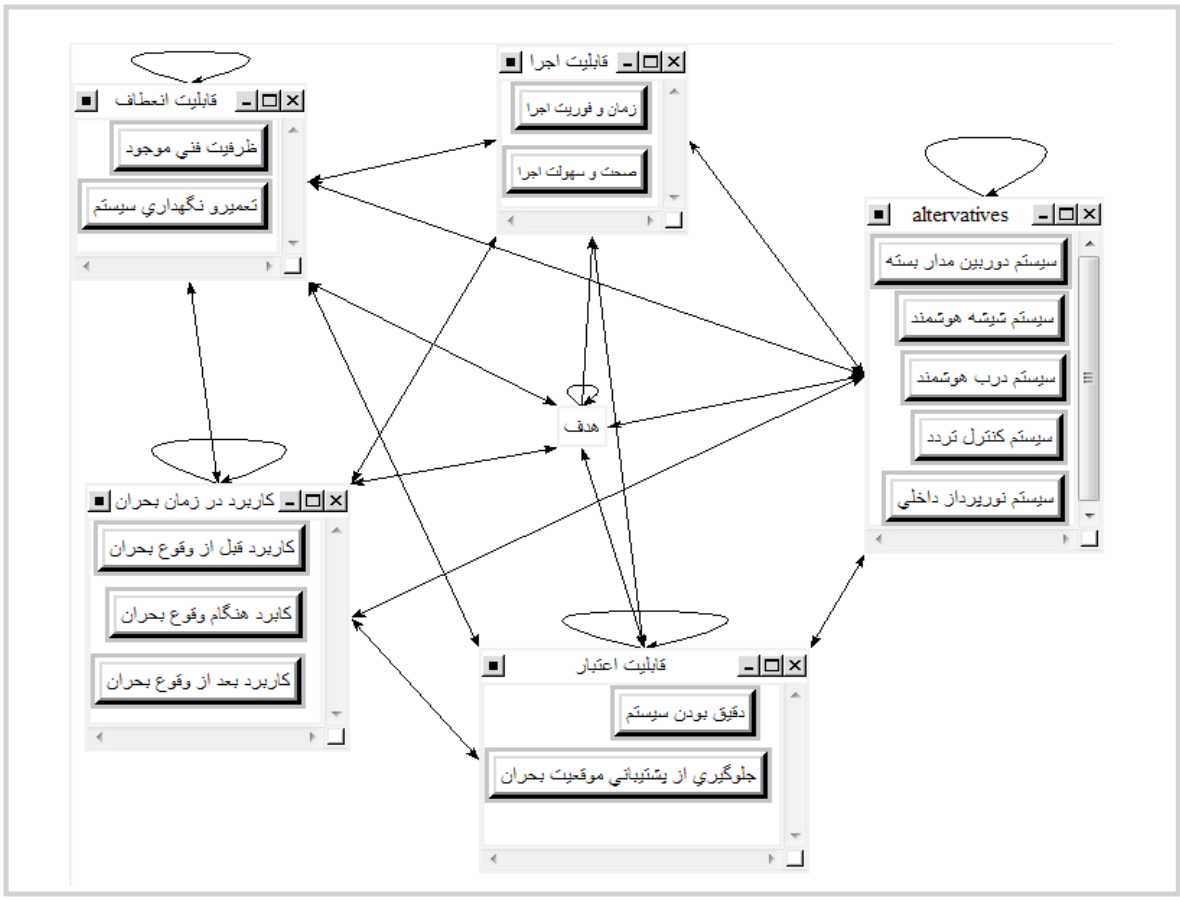
همان طور که ذکر شد، خطرپذیری از حاصل‌ضرب ارزش دارایی در تهدید در آسیب‌پذیری به دست می‌آید.

خطرپذیری = ارزش دارایی * آسیب‌پذیری * تهدید (ضریب پیامد) [۱۵]. فرمول ذکرشده مقتبس از روش فما است که در آن، عدد خروجی هر چه بالاتر باشد نشان‌دهنده‌ی خطرپذیری بالا برای آن دارایی خواهد بود که قطعاً باید برای آن راهکارهای خاصی اندیشید[۱۴] .در این پژوهش سامانه‌ی هوشمند ساختمان با توجه به شاخص‌های مهندسی ارزش، به‌عنوان راهکاری برای کاهش خطرپذیری ساختمان اداری با اهمیت خیلی زیاد مورد بررسی قرار گرفته است.

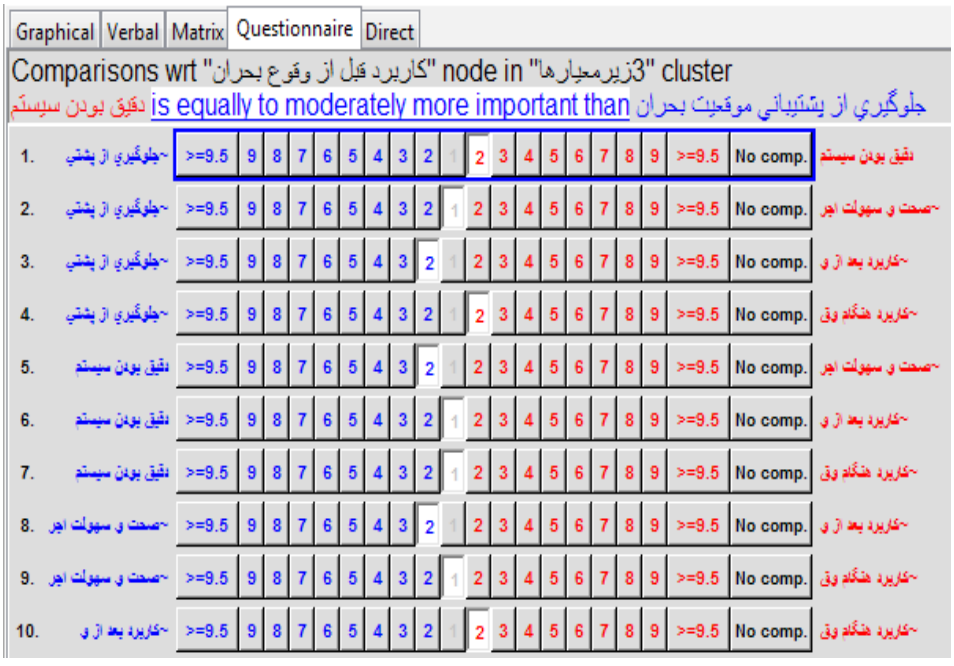
در تصویر ۱۹ ،حالت ۱ ،عدد خطرپذیری هر یک از دارایی‌های بخش معماری ساختمان اداری را در صورت استفاده نکردن از BMS و حالت ۲ عدد خطرپذیری همان دارایی‌ها را در صورت استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان نشان می‌دهد و ثابت می‌کند که در تمامی دارایی‌های ساختمان اداری، کاهش قابل‌توجه خطرپذیری در صورت استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان کاملاً مشهود است.

نتیجه‌گیری

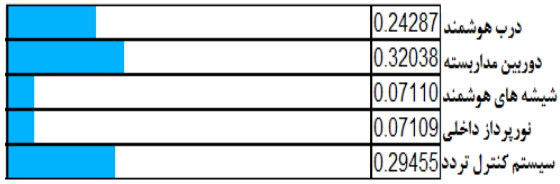
کاهش خطرپذیری ناشی از آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت با استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان بر مبنای مهندسی ارزش تفکری جدید، مؤثر و قابل اطمینان است. روش ارائه‌شده در این مقاله با استفاده از BMS برای کاهش خطرپذیری دارایی‌های بخش معماری ساختمان اداری است. اولویت‌بندی زیرسامانه‌های سامانه‌ی هوشمند ساختمان مبتنی



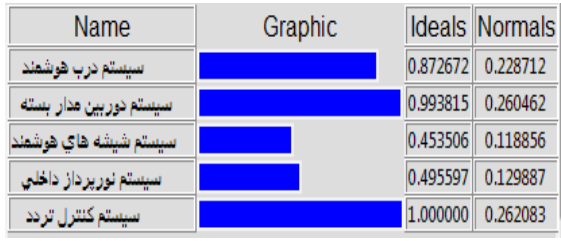
تصویر ۵: طرح کلی الگوی ANP مبتنی بر معیارهای مهندسی ارزش (نگارندگان ۱۳۹۴)



تصویر ۶ : نمونه‌ای از روش وزن‌دهی بر اساس داده‌ها در الگو ANP (وضعیت نودها در خوشه‌ی کاربرد قبل از وقوع بحران)، (نگارندگان،۱۳۹۴)



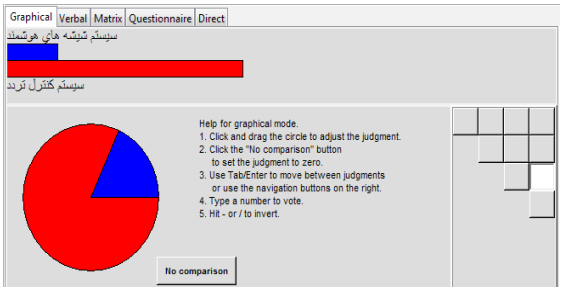
تصویر ۷: مقایسه وضعیت گزینه‌ها در ماتریس خوشه کاربرد قبل از وقوع بحران در بخش معماری ساختمان اداری حیاتی (نگارندگان، ۱۳۹۴)



تصویر۹: اولویت‌بندی زیرسامانه‌ی‌های BMS در خروجی کل الگو ANP

بر الگو ANP با استفاده از پرسشنامه هدف‌گرا و تعیین معیارها صورت گرفته که معیارها و زیرمعیارها از شاخص‌های مهندسی ارزش برای اولویت‌سنجی زیرسامانه‌ی‌های BMS انتخاب شده است. معیارها و گزینه‌ها در قالب ۵ خوشه) گروه(و ۱۴ زیرگروه) گره یا نود (در الگو ANP طراحی، وزن‌دهی، محاسبه، پردازش و تحلیل‌شده‌اند. بر اساس تحلیل خوشه‌ها و نودها توسط نرم‌افزار Super decisions به ترتیب سامانه‌ی کنترل تردد، سامانه‌ی دوربین مداربسته، سامانه‌ی در هوشمند، سامانه‌ی نورپرداز داخلی و سامانه‌ی شیشه‌های هوشمند از طریق خروجی ANP اولویت‌بندی شده‌اند. به دلیل یکسان نبودن تأثیر زیرسامانه‌ها در کاهش آسیب‌پذیری دارایی‌ها، نمی‌توان ادعا کرد که به کار بردن کدام یک از زیرسامانه‌ها در ساختمان اداری ضروری نیست؛ چرا که بسته به نوع دارایی‌های ساختمان اداری، تمامی زیرسامانه‌ها از اهمیت بالایی برخوردارند و در کاهش آسیب‌پذیری نقش خواهند داشت. به‌طور مثال، سامانه‌ی در هوشمند در دارایی ورودی _ خروجی (A۸) بیشترین نقش را در کاهش آسیب‌پذیری ایفا می‌کند در صورتی‌که سامانه‌ی نورپرداز داخلی در همان دارایی بدون تأثیر است. این درحالی است که سامانه‌ی نورپرداز داخلی در دارایی مسیرهای ارتباطی (A۱۰) بیشترین تأثیر را در کاهش آسیب‌پذیری و خطرپذیری این دارایی دارد.

با توجه به خروجی نرم‌افزار و اولویت‌بندی زیرسامانه‌ها و با در نظر گرفتن سامانه‌های هوشمند مذکور در بخش معماری ساختمان اداری با اهمیت خیلی زیاد و حساس، ارزیابی خطرپذیری صورت گرفته و با ارزیابی خطرپذیری در حالت استفاده نکردن از BMS، مقایسه شده است. نتایج حاصل کاهش آسیب‌پذیری و همچنین کاهش خطرپذیری در دارایی‌های مختلف بخش معماری ساختمان (اعم از بخش‌های مختلف اداری ساختمان، بخش‌های خدماتی برای کارکنان، انبارها، ورودی – خروجی، مسیرهای ارتباطی و سالن‌های کنفرانس) را در حالت استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان نشان می‌دهد. به دلیل بررسی بخش معماری ساختمان اداری از بررسی بخش‌های مکانیکی، الکتریکی



تصویر۸: اهمیت و برتری گره (نود) سامانه‌ی کنترل تردد نسبت به سامانه‌ی شیشه‌های هوشمند در خوشه‌ی کاربرد قبل از وقوع بحران (نگارندگان، ۱۳۹۴)

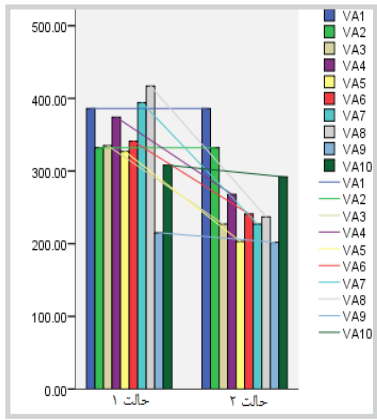
و سازه‌ای ساختمان صرف نظر شده است.از این رو، دارایی‌های بخش‌های دیگر مثل داده‌ها، شبکه‌های ارتباطی و امنیتی، تأسیسات و تجهیزات مکانیکی و الکتریکی در کاهش آسیب‌پذیری و خطرپذیری در حالت استفاده از BMS در نظر گرفته نشده است.

با توجه به این موضوع که صرفاً بخش معماری ساختمان در این پژوهش بررسی شده است، بدیهی می‌نماید که کاهش آسیب‌پذیری دارایی‌های این بخش از ساختمان در مقابل تهدیدات سایبری خیلی کم و نامحسوس است و نمودارهای مربوط نیز بر اساس نظرات گروهی خبرگان گویای همین مطلب است.

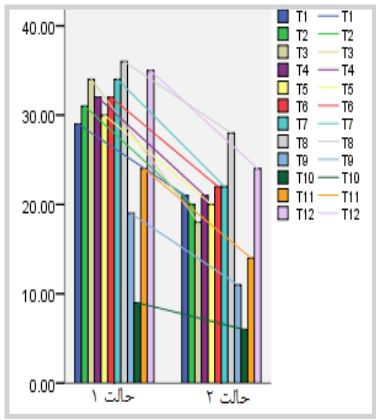
با توجه به کاهش آسیب‌پذیری و همچنین کاهش خطرپذیری در صورت استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان، می‌توان گفت که نتایج حاصل از این مقاله کاربردی است و علاوه بر ساختمان‌های اداری، در ساختمان‌هایی با کاربری‌های دیگر مثل کاربری‌های درمانی، تجاری، مسکونی، مذهبی و ... قابل بررسی است و نیاز به تحقیقات و پژوهش دارد. ناگفته نماند که در این مقاله با توجه به نظر کارشناسان و خبرگان پدافند غیرعامل صرفاً بخش معماری ساختمان اداری مورد بررسی قرارگرفته است و بخش‌های دیگر نیازمند تحقیق و پژوهش در تحقیقات آتی توسط پژوهشگران و محققان هوشمندسازی ساختمان‌ها و پدافند غیرعامل است.

پی‌نوشت‌ها

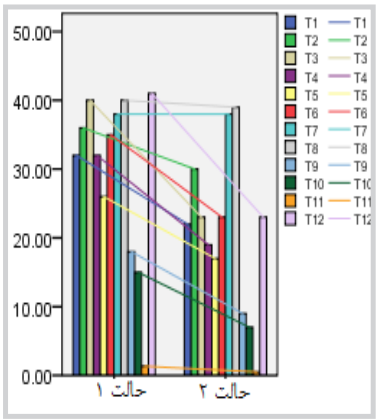
1 – office building
2 – system and data



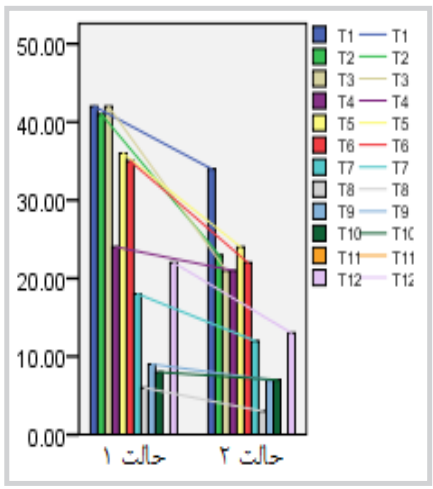
تصویر۱۰:آسیب‌پذیری دارایی‌ها
در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت
(نگارندگان ۱۳۹۴)



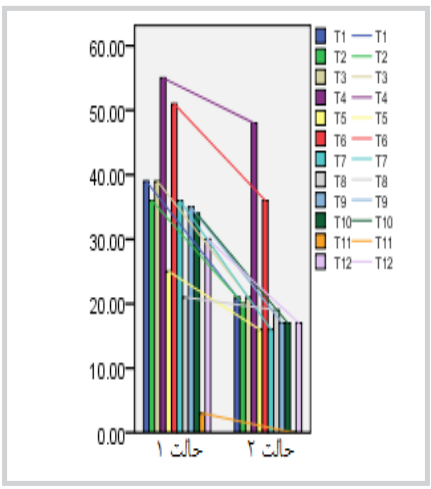
تصویر۱۱ :آسیب‌پذیری دارایی بخش‌های
مختلف اداری(A۳) در مقابل تهدیدات
انسان‌ساخت (نگارندگان ۱۳۹۴)



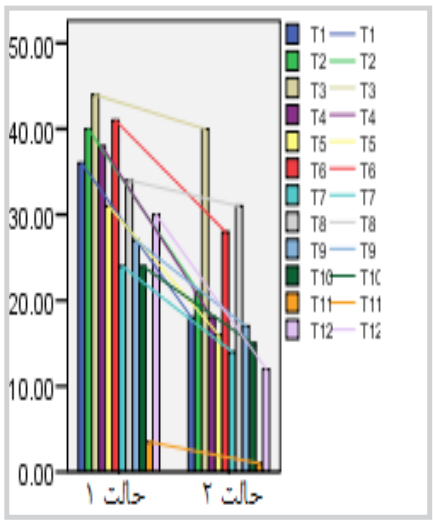
تصویر۱۲ :آسیب‌پذیری دارایی بخش‌های
خدماتی برای کارکنان(A۴) در مقابل
تهدیدات انسان‌ساخت (نگارندگان ۱۳۹۴)



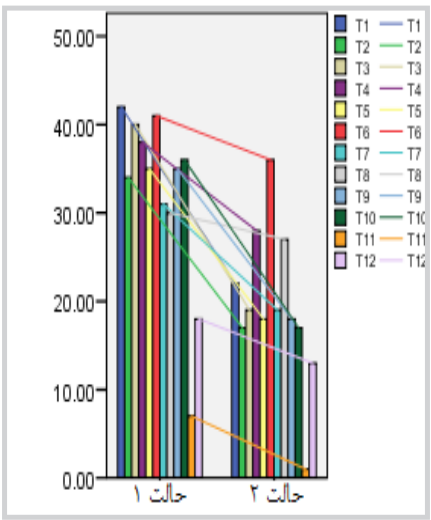
تصویر۱۳:آسیب‌پذیری دارایی انباری‌ها(A۵)
در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت
(نگارندگان ۱۳۹۴)



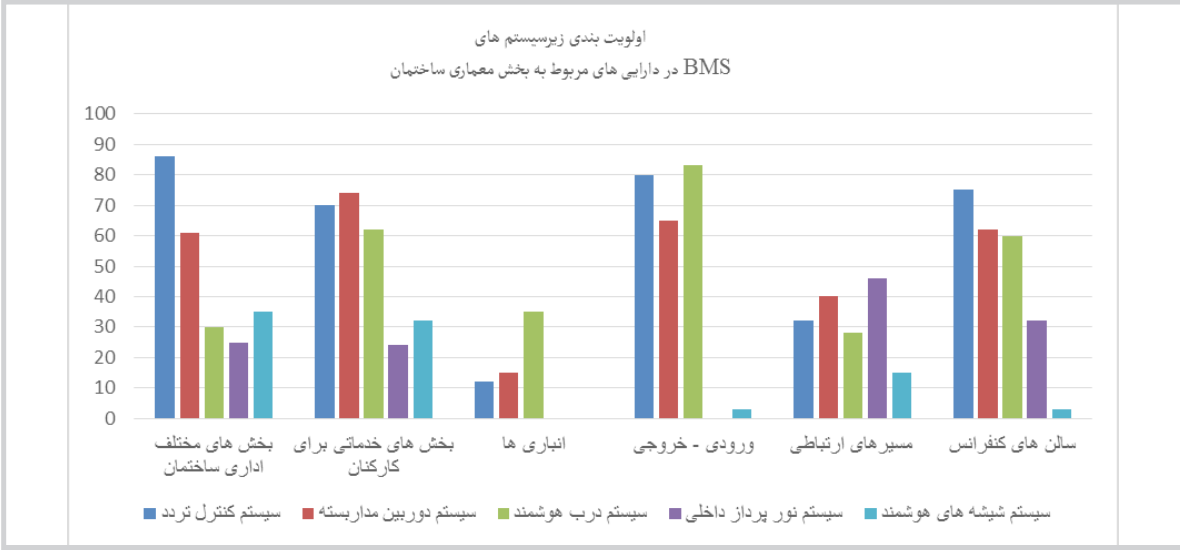
تصویر۱۴:آسیب‌پذیری دارایی ورودی-
خروجی(A۸) در مقابل تهدیدات
انسان‌ساخت (نگارندگان ۱۳۹۴)



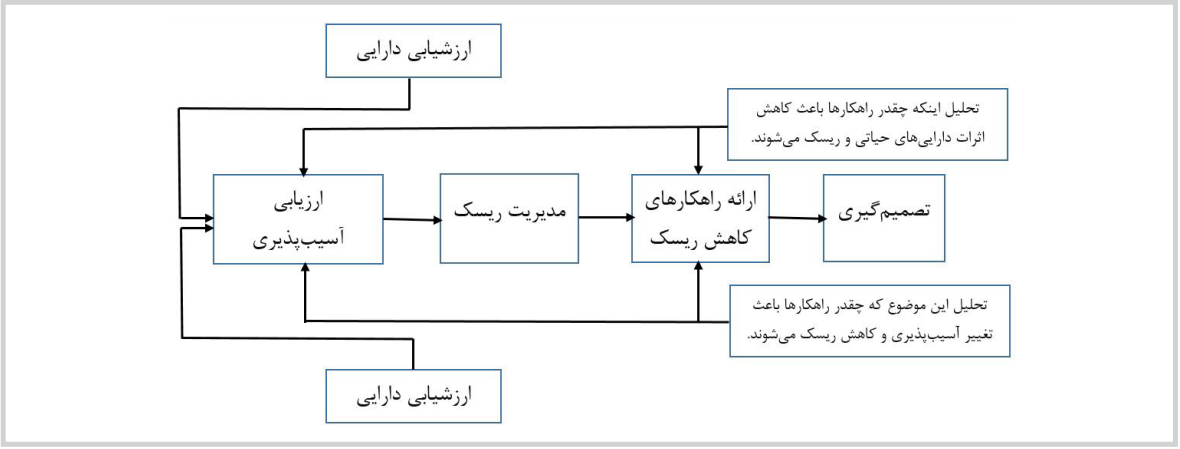
تصویر۱۵ :آسیب‌پذیری دارایی سالن‌های
کنفرانس(A۹) در مقابل تهدیدات
انسان‌ساخت (نگارندگان ۱۳۹۴)



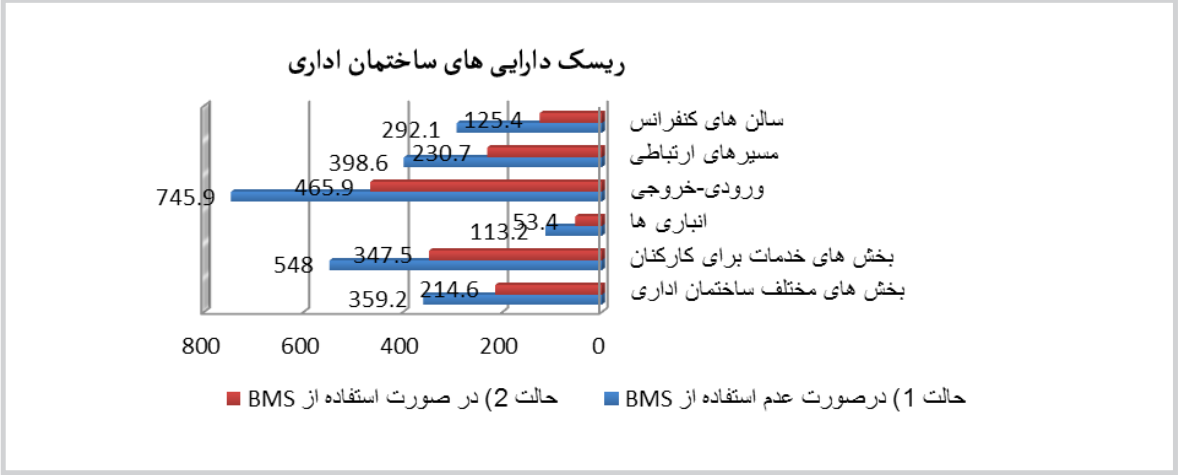
تصویر۱۶ :آسیب‌پذیری دارایی مسیرهای
ارتباطی(A۱۰) در مقابل تهدیدات
انسان‌ساخت (نگارندگان ۱۳۹۴)



تصویر۱۷ :اولویت‌بندی زیرسامانه‌ی‌های BMS در بخش‌های مختلف ساختمان اداری بر مبنای شاخص‌های مهندسی ارزش



تصویر۱۸ :مراحل ارزیابی خطرپذیری به روش فما



تصویر۱۹: مقدار خطرپذیری دارایی‌های مختلف ساختمان اداری در برابر تهدیدات در دو حالت استفاده و استفاده نکردن از BMS

منابع

1. Abedini, M.; Zadeh, H. H. H. "Efficacy of Passive Defense on Projects According to Project Management Interactive Model View in Iran Defense Project Management System (IDPMS)."; International Project Management Conference, 2006,6-7 (In Persian).

۲. موحدی نیا، جعفر (۱۳۸۸) . اصول و مبانی پدافند غیر عامل . تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

3. Zadeh, G. A.; Zadeh, G. J. M. "Risk Analysis Application in Passive Defense Study."; 2th National Conference of Dam and Hydroelectric Generating Stations, 2008, 2-5 (In Persian).

4. Vant, J. "Risk Management within Water Supply, Electricity and Transport."; Proceeding from Seminar Proactive Crisis Management of Urban Infrastructure, Trondheim, 2004.

۵. ابهری، مریم (۱۳۹۱) . مدیریت بحران نظامی . تهران ، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

۶. حدادی نیستانک، رسول (۱۳۹۰) .اصول و مبانی سامانه‌ی‌های هوشمند کنترل و BMS . تهران، انتشارات کتاب آوا .

۷. وحیدیان، محمد و نجاتی، وحید (۱۳۹۴) . آنالیز اقتصادی، بهینه سازی و مفهوم سامانه‌ی کنترل هوشمند (BMS) . مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی تهویه مطبوع و تأسیسات حرارتی و برودتی، تهران.

۸. ثمره، مجتبی و مهدوی نیا، عبدالوحید (۱۳۹۰) . استفاده از سامانه‌ی هوشمند ساختمان BMS دریکی از ساختمان‌های شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان و کاهش مصرف انرژی الکتریکی. همایش ملی اصلاح الگوی تولید و مصرف، کرمان.

۹. علی احمدی، علیرضا و نهائی، وحید (۱۳۸۶) . توصیفی جامع از روش‌های تحقیق . تهران، انتشارات تولید دانش.

10. Saaty Thomas L. (2005). Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks, RWS Publications: 352.

11. Saaty, T. L. 1999. Analytical Network Process, RWS Publications, USA, 1996.

۱۲. حافظ نیا، محمدرضا (۱۳۸۹) . مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی. تهران، سمت.

۱۳. جلالی فراهانی، غلامرضا (۱۳۹۱) . مقدمه‌ای بر روش و الگوی برآورد تهدیدات در پدافند غیرعامل . تهران، مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین (ع).

14. FEMA, Risk Management Series ,Risk Assessment FEMA 426,2003.www.fema.gov

15. FEMA, Risk Management Series ,Risk Assessment FEMA 452,2005.www.fema.gov

۱۶. مرادیان، محسن (۱۳۸۵) . درآمدی بر ابعاد و مظاهر تهدیدات . تهران، انتشارات مرکز آموزشی و پژوهشی شهید سپهبد علی صیاد شیرازی.

۱۷. ری بد، آرمان (۱۳۹۰)، آموزش گام‌به‌گام SPSS۱۹. تهران، انتشارات طاهریان.

۱۸. مرتس، هرمن و همکاران(۱۳۹۲). سامانه‌های BMS مدیریت ساختمان، ترجمه نیک‌نامی، سیف اله و همکاران، تهران، انتشارات یزدا.

۱۹. کارگاه تخصصی تدوین برچسب انرژی برای ساختمان‌های اداری سامانه‌ی‌های هوشمند ساختمان (BMS)، دی‌ماه ۱۳۸۸.

۲۰. زبردست، اسفندیار (۱۳۸۰) . کاربرد فرایند سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۰، صص ۲۱-۱۲.

۲۱. زبردست، اسفندیار (۱۳۸۹) . کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای . نشریه هنرهای زیبا، شماره ۴۱، صص۹۰-۷۹.

۲۲. قدسی پور، س ح (۱۳۸۴) . فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHPانتشارات دانشگاه امیرکبیر (پلی‌تکنیک) . تهران، چاپ چهارم : ۲۲۰

23. Saaty, T. L., Takizawa, M. 1986. Dependence and independence: from linear hierarchies to nonlinear networks, European Journal of Operational Research, 26: 229–237.

24. Cheng, E., W.L., Li, H.) 2007(. Application of ANP in process models: An example of strategic partnering, Building and Environment, ELSEVIR,42: 278–287

۲۵. افتخاری، اصغر (۱۳۸۵) . کالبدشکافی تهدید .تهران، انتشارات مرکز مطالعات دفاعی و امنیت ملی دانشکده فرماندهی و ستاد.

۲۶. جلالی فراهانی، غلامرضا و همکاران (۱۳۹۲) . تعیین و رتبه‌بندی تهدیدات انسان‌ساخت عمدی در اجزای اصلی ایستگاه‌های مترو . فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران.

۲۷. افشاریان،ا(ا. ۱۳۸) . گزینش استراتژی‌های مدیریت دانش با استفاده از فرایند تحلیل شبکه (ANP) . مجله بهبود مهندسی صنایع استان اصفهان، سال نهم، شماره ۲۳ : ۲۳- ۸.