Archive of SID

Journal of Structural and Construction Engineering, 8(3), 2021, pp. 234-250

Journal of Structural and Construction Engineering

www.jsce.ir

Providing a crisis management model to design a disaster relief building based on BIM and AHP method

Soudabeh Valizadeh[1], Ali Parvari[2]*

1- Graduate Student in Construction Management, Faculty of Engineering,, Khomein Branch, Khomein
2-. Faculty Member, Instructor, Civil Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Branch, Khomein, Khomein Iran

ABSTRACT

The goal of this research is to identify and evaluate the factors of design excellence based on building information modeling (BIM) compared to the traditional method in relief structures including fire station centers and hospitals with an emphasis on crisis reduction. For this purpose, by studying the previous studies, simulation and modeling of the case study of firefighting buildings and Ayatollah Borujerdi Hospital in city of Boroujerd, the most important criteria and effective factors were identified using the Autodesk Revit software as well as experts' comments. Then, they were prioritized using analytical hierarchy process (AHP). The results obtained indicated that the selected criteria in the order of preference included life, exploitation, time and finance. Also, the factors of excellence were as follows: 1) Access to information of building spaces for quick detection of more incidental and damaged sites; 2) Investigating and troubleshooting the most detailed information of the structural damages; 3) Accurate and smart travel in the building to locate the injured; and 4) Designing the smart movable ceilings (convertible), 5)Build fast buildings (from design to operation) during crises like warfare 6) The ability to use sun and wind energy in the event of power and gas interruptions, ... Considering the above factors in the design of fire fighting buildings and hospitals, building information modeling can save lives in times of earthquake crises.

ARTICLE INFO

Receive Date: 19 April 2019
Revise Date: 14 July 2019
Accept Date: 23 July 2019

Keywords:
Building information modeling (BIM)
Crisis management
Relief buildings
Revit
Analytical hierarchy process (AHP).

All rights reserved to Iranian Society of Structural Engineering.

doi: 10.22065/JSCE.2019.179215.1833

*Corresponding author: Ali Parvari.
Email address: aliparvari @aut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نشریه مهندسی سازه و ساخت
(علمی - پژوهشی)
www.jsce.ir

Journal of Structural and Construction Engineering
JSCE
نشریه علمی-پژوهشی مهندسی سازه و ساخت

ارائه یک مدل مدیریت بحران برای طراحی ابنیه امدادی بر اساس BIM و روش AHP

سودابه والی زاده[۱]، علی پروری[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت ساخت،دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خمین، خمین ایران

۲- عضو هیئت علمی، گروه عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد، خمین، خمین ایران

چکیده

هدف از این پژوهش شناسایی و ارزیابی عوامل برتری طراحی براساس مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نسبت به روش سنتی در بناهای امدادی شامل مراکز آتش‌نشانی و بیمارستان‌ها با تأکید بر کاهش بحران می‌باشد. به این منظور با بررسی مطالعات پیشین، شبیه سازی و مدلسازی مطالعه موردی ساختمان‌های آتش‌نشانی و بیمارستان حضرت آیت‌الله بروجردی شهرستان بروجرد با بهره گیری از نرم افزار رویت و با استفاده از نظر خبرگان ، مهم‌ترین معیارها و عوامل تأثیرگذار شناسایی و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اولویت‌بندی شدند. نتایج حاصل نشان داد که معیارهای منتخب به ترتیب اولویت شامل: جانی، بهره‌برداری، زمانی و مالی هستند. همچنین به ترتیب عوامل برتری؛ ۱) دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر، ۲) مطالعه و عیب‌یابی کوچک‌ترین جزییات آسیب‌های سازه‌ای، ۳) گردش دقیق و هوشمند در ساختمان به‌منظور پیدا کردن افراد آسیب‌دیده ۴) طراحی سقف‌های هوشمند متحرک (جمع شونده) ۵) ساخت سریع ساختمان (از طراحی تا بهره‌برداری) به هنگام بحران‌هایی مانند جنگ ۶) قابلیت استفاده از انرژی خورشید و باد در مواقع قطع شدن برق و گاز و ...، با لحاظ شدن عوامل فوق در طراحی ساختمان‌های آتش‌نشانی و بیمارستان به روش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توان جان افراد بیشتری را به هنگام بحران‌هایی مانند زلزله نجات داد

کلمات کلیدی: مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، مدیریت بحران، ساختمان‌های امدادی،رویت ،تحلیل سلسله مراتبی

سابقه مقاله:					شناسه دیجیتال:	
دریافت	بازنگری	پذیرش	انتشار آنلاین	چاپ	10.22065/JSCE.2019.179215.1833	doi:
۱۳۹۸/۰۱/۳۰	۱۳۹۸/۰۴/۲۳	۱۳۹۸/۰۵/۰۱	۱۳۹۸/۰۵/۰۱	۱۴۰۰/۰۳/۳۰	https://dx.doi.org/10.22065/jsce.2019.179215.1833	

*نویسنده مسئول: علی پروری

پست الکترونیکی: iaukhomein.ac.ir@

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

با نگاه اجمالی به ایستگاه آتش نشانی شاید یک ساختمان پیچیده و بزرگی نباشد، اما نحوه‌ی عملکرد این مرکز در شرایط بحرانی و امدادرسانی بسیار پیچیده، بزرگ و برای شهروندان بسیار حائز اهمیت می باشد. همچنین بیمارستان ها دارای فضاهای بسیار متنوع با کاربری های متنوع، ارتباطات بسیار بین بخش ها و ... هستند. نحوه ی عملکرد بیمارستان مانند ایستگاه آتش نشانی همان عملکرد امدادرسانی و کاهش آسیب در شرایط بحرانی می باشد که این عملکرد بسیار پیچیده تر و بزرگتر از ایستگاه آتش نشانی بوده و برای شهروندان بسیار حائز اهمیت می باشد. بنابراین با توجه به عوامل ذکر شده و همچنین نوع کاربرد ابنیه های امدادی (آتش نشانی و بیمارستان) که خدماتی مانند، ایمنی، رفاهی، امدادرسانی و کاهش آسیب های ناشی از بحران را در هر زمان و هر شرایطی برای جامعه به دنبال دارند، اهمیت وضرورت دارد که از مطالعه تا اجرای این ساختمان ها با سیستم امروزی و مهندسی مدلسازی اطلاعات ساختمان با شرایطی از قبیل تسریع در طراحی، اجرا و بهره برداری پروژه، کاهش هزینه ها، کیفیت وعمر بالای سازه انجام شود. سیستم مدلسازی اطلاعات ساختمان به مهندسان کمک می کند تا پیچیدگی و مبهم بودن طراحی را تبدیل به هوشمندسازی نموده و زمان خود را برای بهبود کیفیت پروژه صرف کنند. ظهور مدل‌سازی اطلاعات ساختمان[1] درواقع به وجود آمدن یک فنّاوری و رویکرد جدید در صنعت ساختمان است که روند طراحی و ساخت را به نحو مطلوبی تغییر می‌دهد. از فناوری‌های مبتنی بر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در تحلیل انرژی ساختمان، بررسی تأثیر نور خورشید و بسیاری از تحلیل‌های مبتنی بر ایجاد ساختمان‌های پایدار ازنظر انرژی استفاده می‌شود. بنابراین مدل‌سازی اطلاعات ساختمان چیزی فراتر از یک ابزار برای نقشه‌کشی است و کل چرخه حیات پروژه از ابتدای برنامه‌ریزی برای طراحی تا انتهای ساخت و حتی بهره‌برداری از آن را پوشش می‌دهد.

صمیم پی و سقط فروش (۱۳۹۵)، به مطالعه و بررسی بهبود روند ساخت‌پذیری پروژه‌های ساخت ایران با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که استفاده بهینه از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در تمام مراحل برنامه‌ریزی، طراحی، تدارکات و اجرای پروژه برای دستیابی به اهداف آن می‌باشد. این موضوع به شناسایی موانع قبل از فاز اجرا به‌منظور کاهش اتلافات و جلوگیری از اشتباهات، تأخیرها، دوباره‌کاری‌ها و درنتیجه کاهش زمان و هزینه کمک می‌کند [۱]. ژانگا و هه [2](۲۰۱۱)دریافتند که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یک نظریه و روش قابل‌اجرا برای برنامه‌های کاربردی یکپارچه را ارائه می‌دهد و از طریق ادغام شبیه‌سازی ساخت‌وساز به‌صورت چهاربعدی، مدیریت ساخت و تجزیه‌وتحلیل ایمنی را ارائه می‌دهد[۲]. آخوندان و همکاران [3]در تحقیق سال ۲۰۱۸ خود به مدل‌سازی اطلاعات ساختمان درزمینه پوشش تجهیزات بیمارستان امام خمینی پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که استفاده از نرم‌افزار رویت[4] به‌عنوان یکی از نرم‌افزارهای قابل‌استفاده در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای حمایت از فاز تعمیر و نگهداری کاربرد مؤثر دارد [۳]. رضایی و همکاران(۱۳۹۵) به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان کاهش عدم تطابق طراحی و ساخت در پروژه‌های ساخت بیمارستان را بررسی کردند. ایشان بیان کردند که پروژه‌های بیمارستان در هر کشوری از اولویت و اهمیت بالایی برخوردارند و مهم‌ترین عامل در انجام این قبیل پروژه‌ها، صرف هزینه در چارچوب بودجه برنامه‌ریزی‌شده و تحویل به‌موقع پروژه در قالب برنامه زمان‌بندی پروژه است. همچنین لزوم استفاده از فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، در راستای تسهیل ادغام ذینفعان مختلف پروژه‌های عمرانی علی‌الخصوص در پروژه‌های پیچیده زیربنایی مانند بیمارستان‌ها می‌باشد. کاربرد این ادغام در کاهش عدم تطابق طراحی و ساخت این‌گونه از پروژه‌ها بسیار مؤثر است [۴]. ابراهیم نژادی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی طرح نوسازی بیمارستان شهید دکتر بهشتی سبزوار با رویکرد طراحی به روش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان جهت بهینه‌سازی زمان ساخت پرداختند و به این نتایج رسیدند که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان قابلیت یک سیستم شناسایی خطا را دارد و نتیجه به‌کارگیری آن، بهینه‌سازی زمان عملیات نوسازی، کاهش خطای ساخت و افزایش ساخت‌پذیری بیمارستان توصیف می‌گردد [۵]. عباس نژاد و ایزدی موعود[5](۲۰۱۳) مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و چالش‌های

[1] Building Information Modeling (BIM)
[2] Zhang & Hu
[3] Akhondan et al
[4] Revit
[5] Abbasnezhad & Izadi Moud

www.SID.ir

Archive of SID

اساسی آن را بررسی کردند و اذعان داشتند که با توسعه فن‌آوری و در دسترس بودن کامپیوترهای حرفه‌ای این امکان در عرصه صنعت ساخت فراهم شده است تا نقشه‌های خود را با اشیاء شبیه‌سازی‌شده جایگزین کنند[۶]. جونچزی و زیما[۶](۲۰۱۵) در مقاله ای به انواع مختلفی از عایق حرارتی با استفاده از BIM برای دیواره های خارجی ساختمان پرداخته اند که راه حل ها و معیارهای مربوطه با استفاده از روشAHP ارزیابی و اولویت بندی فراهم شده است[۷]. ریچارد و چریس (۲۰۱۲) به پیاده‌سازی موردی سایت مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در یک پروژه بزرگ ساخت بیمارستان پرداخته‌اند، پیمانکار اصلی در این پروژه ابزارهای فعال مدل‌سازی اطلاعات را برای کارکنان سایت با استفاده از رایانه‌های شخصی برای دسترسی به اطلاعات طراحی، ضبط کیفیت کار و پیشرفت داده‌ها در سایت فراهم کرد و فرآیندهای طراحی تا پیاده‌سازی توسط کارکنان پروژه به‌طور مرکزی توسط واحد فناوری اطلاعات آن شرکت انجام شد[۸].

خوشکار و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله خود امکان‌سنجی به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره[۷] (AHP) بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در پروژه‌های کشور جهت هماهنگی بین دستگاه‌های معماری، سازه، تأسیسات و برق منجر به کاهش چشمگیر تداخلات و تصادمات، کاهش درخواست اطلاعات و نامه‌نگاری بین پیمانکار و طراح، انتخاب بهترین جهت‌گیری برای احداث ساختمان و صرفه‌جویی اقتصادی قابل‌توجهی در پروژه می‌شود و می‌تواند متصدیان پروژه را برای گرفتن تصمیمات دقیق‌تر و مناسب‌تر کمک کند [۹]. روش تحلیل سلسله مراتبی داده‌ها (AHP) یکی از انواع روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، است که در پژوهش حاضر از آن استفاده می‌شود. فن فرایند تحلیل سلسله مراتبی داده‌ها برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح شد. این روش بر اساس مقایسه‌های زوجی بنانهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد [۱۰]. فرآیند نامبرده یکی از جامع‌ترین دستگاه‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است زیرا این فن امکان فرموله کردن مسئله را به‌صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد. علاوه بر این مبنای مقایسه زوجی بنانهاده شده، قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این فن در تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد. به‌علاوه از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و بر اساس اصول بدیهی بنانهاده شده است [۱۱]. فرآیند سلسله مراتبی داده‌ها هنگامی‌که عمل تصمیم‌گیری با چند فاکتور تصمیم روبروست می‌تواند استفاده شود. فاکتورهای مطرح‌شده می‌توانند کیفی یا کمی باشند. همچنین تصمیم‌گیری می‌تواند به‌صورت فردی یا گروهی انجام شود. به علت ساده بودن و درعین‌حال کاربردی بودن پیاده‌سازی روش AHP در سازمان‌ها و مراکز تصمیم‌گیری نسبت به سایر روش‌های تحقیق در عملیات از موفقیت بیشتری برخوردار بوده است. به‌صورت دقیق‌تر می‌توان گفت که توسط AHP مسئله تصمیم‌گیری ابتدا ساختار داده‌شده و سپس گزینه‌های مختلف موجود بر اساس معیارهای مطروحه در تصمیم‌گیری باهم مقایسه شده و اولویت انتخاب هریک از آن‌ها مشخص می‌شود [۱۲]. بهادری و همکاران [۸]در سال ۲۰۱۴ به این نتیجه رسیدند که AHP یک روش مناسب برای اندازه‌گیری عملکرد کلی بیمارستان‌ها و کیفیت خدمات آن‌هاست و می‌تواند برای بهبود عملکرد بیمارستان‌ها از طریق شناسایی مناطقی که نیاز به تمرکز برای بهبود کیفیت دارند، استفاده شود [۱۳]. زیاری و یزدان پناه(۱۳۹۰) نیز روش AHP را برای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به کاربردند و معیارهای آن را اعم از نزدیکی به شبکه ارتباطی و ... را ارزیابی کردند [۱۴]. مانقاساریان و نکوئی در سال ۱۳۹۵ عوامل عدم تحقق BIM در پروژه‌های عمرانی را با روش AHP مورد ارزیابی قراردادند و عامل‌های پراکندگی اطلاعات و نبود سیستم یکپارچه، فضای پیچیده برنامه‌ها، بالا بودن هزینه طراحی و ... را به ترتیب اولویت ارائه دادند [۱۵].

در این پژوهش به شناسایی و ارزیابی عوامل برتری طراحی به روش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نسبت به روش‌های سنتی با استفاده از روش AHP پرداخته شده است. در این راستا ساختمان‌های امدادی شامل بیمارستان‌ها و مراکز آتش‌نشانی با تمرکز بر مدیریت بحران مدنظر قرار گرفتند .لذا با استفاده از دید و بازدیدها، نامه نگاری و مجوز دانشگاه مربوطه به منظور مشاهده و مصاحبه با کارفرمایان، ریاست، پرسنل و با استفاده از نقشه های معماری ایستگاه آتش نشانی و بیمارستان آیت اله بروجردی شهرستان بروجرد به یکسری

[6] Jończy& Zima
[7] Analytical Hierarchy Process (AHP)
[8] Bahadori et al

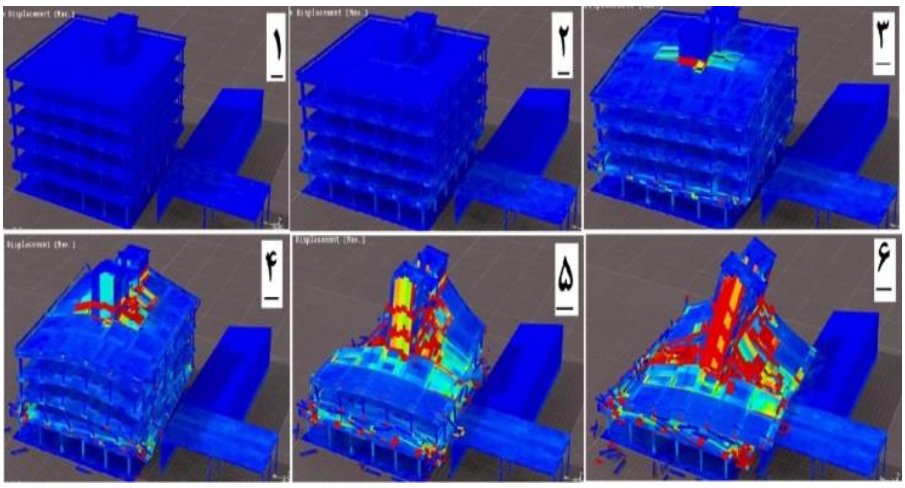
www.SID.ir

Archive of SID

مشکلات و نقایص که عبارتند از: بخش های اصلی که اهمیت بیشتر و رابطه مستقیم در کاهش بحران دارند، مانند ارتباط بین پرسنل تا ماشین های آتش نشانی، راه های خروج و ورود ،پله های فرار، اتاق عمل ، اورژانس و غیره ، دست یافته ایم.سپس با استفاده از مستندات و شرایط وضعیت موجود (نقشه های معماری) و با تفکرات موجود در طراحی و مدیریت ساختمان های امدادی با بهره گیری از نرم افزار Revit که یکی از کلیدی ترین نرم افزارهای BIM می باشد به طراحی و مدلسازی این بخش های حائز اهمیت پرداخته ایم. در انتهای این فرایند با کمک از مطالب و نتایج استخراج شده از نرم افزار Revit و نظارت کارفرمایان، متخصصان و خبرگان حوزه ساخت و ساز در زمینه مدلسازی اطلاعات ساختمان به تهیه دو سری پرسشنامه (عوامل) سری اول با روش دلفی که به منظور جمع آوری اطلاعات در رابطه با بررسی اهمیت اینگونه ساختمان ها (مرکز آتش نشانی و بیمارستان) که در مسیر کاهش بحران سرپا هستند و مقایسه ساخت این ساختمان ها با روش سنتی و صنعتی (BIM) پرداخته و نتایج حاصل از این پرسشنامه (عوامل) اول را که در این پژوهش به آن پرداخته ایم ، با استفاده از چهار معیار که شامل مدیریت (جانی، مالی، زمانی و بهره برداری) و ده عامل که در جهت کاهش آسیب های ناشی از بحران تعریف شده اند، با روش AHP در پرسشنامه دوم با استفاده از نرم‌افزارهای Expert Choice و Matlab پرداخته شده است(نمودار۱).لازم به ذکر است که با توجه به بررسی مطالعات و تحقیقات گذشته داخلی و خارجی مرتبط با موضوع مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در زمینه ساخت و ساز ، به ندرت تحقیق یا مقاله ای در زمینه مدلسازی اطلاعات ساختمان در ابنیه های امدادی نگارش شده است.بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده و همچنین در ارجحیت قرارگرفتن ابنیه های امدادی که اشاره ای به زلزله های پی در پی کشور عزیزمان میباشد، این پژوهش میتواند دارای نوآوری و پیشنهاداتی در زمینه ساخت و ساز ساختمان های امدادی در جهت کاهش آسیب های ناشی از بحران با بهره گیری از مدلسازی اطلاعات ساختمان باشد.

۲- طراحی با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (Revit)

با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان شامل دستگاه‌های الکترونیکی مانند دوربین‌های جستجوی کوچک، سیستم حرکت نمای ساختمان و ... می‌توان راه‌های دسترسی به فضاهای ساختمان حادثه‌دیده و مکان قرارگیری ساکنین را راحت‌تر شناسایی کرد و امکان ورود سریع‌تر آتش‌نشان‌ها را به داخل ساختمان فراهم نمود. در BIM ریزترین جزییات سازه‌ای از قبیل اجزای تشکیل‌دهنده یک لایه دیوار تا بزرگ‌ترین المان‌ها مانند ستون قابل مدل‌سازی، مطالعه و عیب‌یابی است.

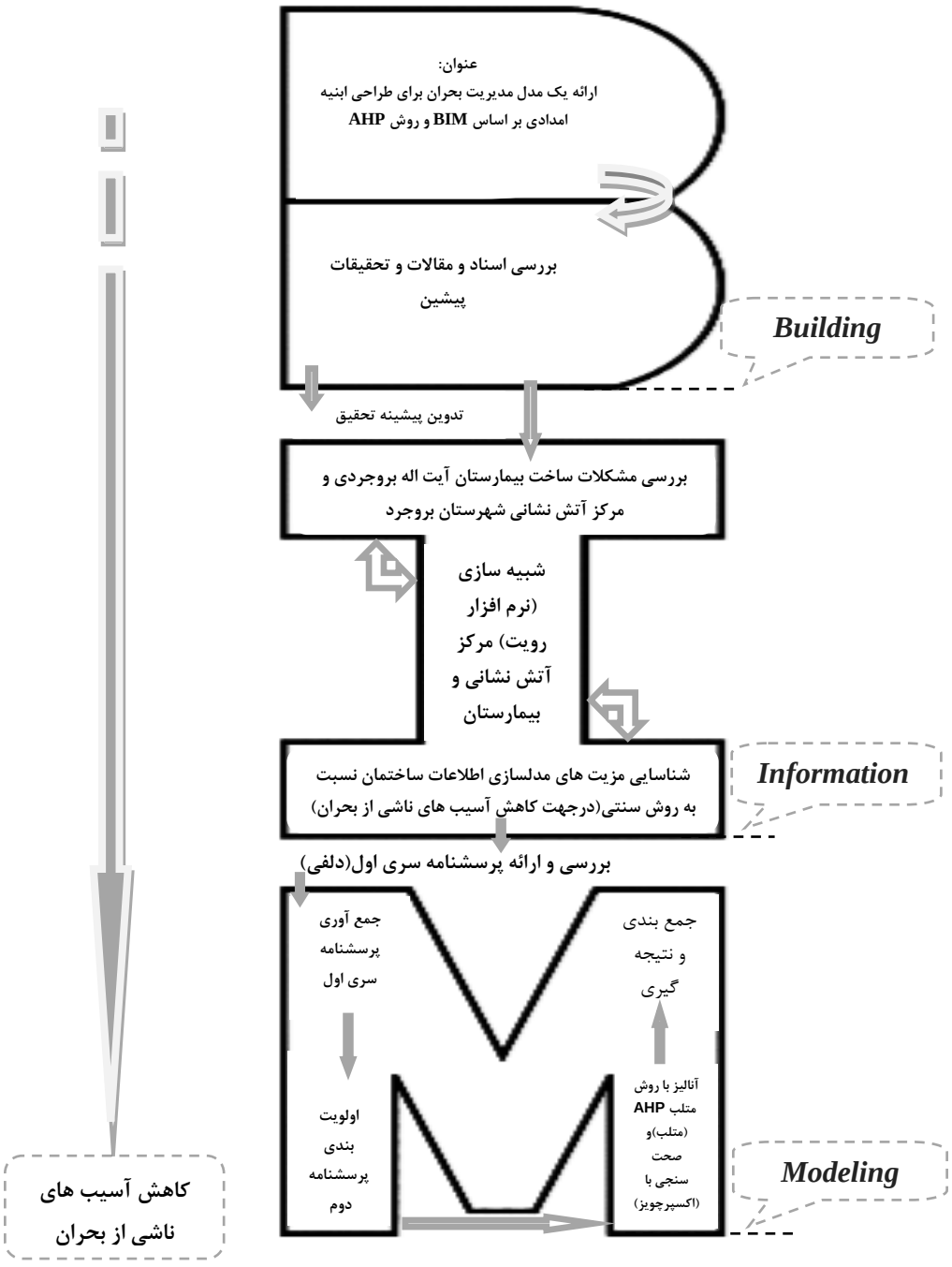


شکل ۱: نمایش جزییات آسیب‌های سازه‌ای در اثر زلزله در یک ساختمان

شکل (۱) شبیه‌سازی یک ساختمان در محیط نرم‌افزار Revit را قبل از ساخت نشان می‌دهد. در قسمت (۱) سازه کاملاً بی‌نقص می‌باشد، در قسمت (۲) تحت بارگذاری زلزله قرار گرفته است. در قسمت‌های بعد، آسیب‌های سازه‌ای به‌تدریج با گذر زمان نمایان و شناسایی شده‌اند. به‌این‌ترتیب می‌توان قبل از اجرا نقاط ضعف ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد را در حین بحران به‌صورت مجازی شناسایی و نسبت به بهبود آن‌ها اقدام نمود.

www.SID.ir

Archive of SID



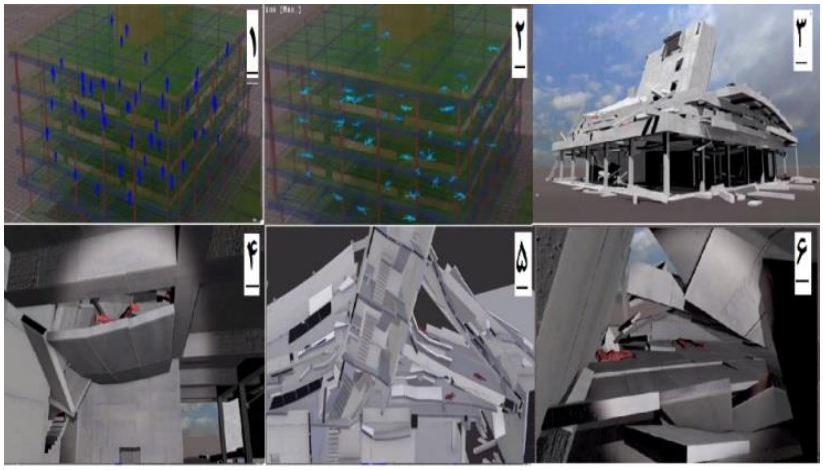
شکل ۱: فرایند ساختار نمودار گام به گام فرایند تحقیق [نگارنده]

در قسمت (۱) از شکل (۲) افراد سالم در محل‌های مختلف ساختمان قابل‌مشاهده هستند. سپس در قسمت (۲) و (۳)، سازه و افراد بر اثر بحران (زلزله) دچار آسیب جدی شده‌اند. در قسمت (۴،۵و۶) با استفاده از دستگاه‌های الکترونیکی کوچک که برگرفته از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان میباشد، افراد زخمی و بی‌هوش به‌راحتی پیدا می‌شوند. سرعت عمل آتش‌نشانان و امدادرسانان با استفاده از این سیستم بعد از بحران به‌طور چشمگیری بالا می‌رود. همچنین می‌توان از سگ‌های جستجوگر که مجهز دستگاه الکترونیکی که برگرفته

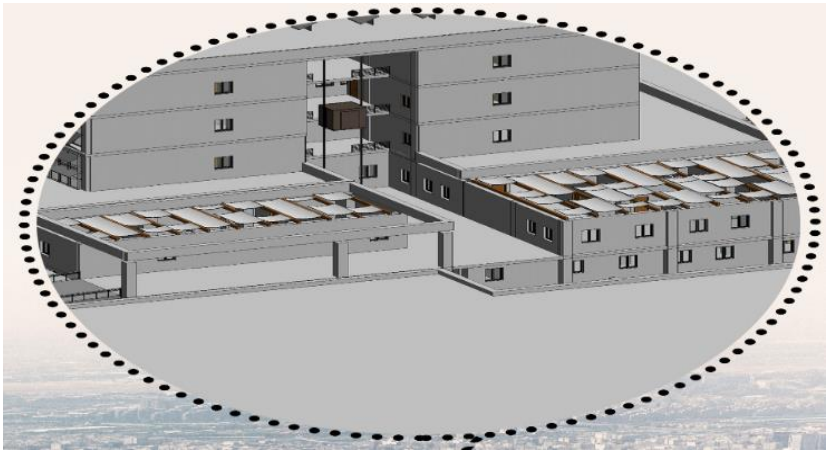
www.SID.ir

Archive of SID

از مدلسازی اطلاعات ساختمان هستند برای پیدا کردن بازماندگان به دام افتاده یا بی‌هوش استفاده کرد. در این حالت روند جستجو آهسته است و تعداد سگ‌های آموزش‌دیده محدود و روند آموزش آن‌ها طولانی است.



شکل ۲: گردش دقیق و هوشمند در ساختمان به‌منظور پیدا کردن افراد آسیب‌دیده



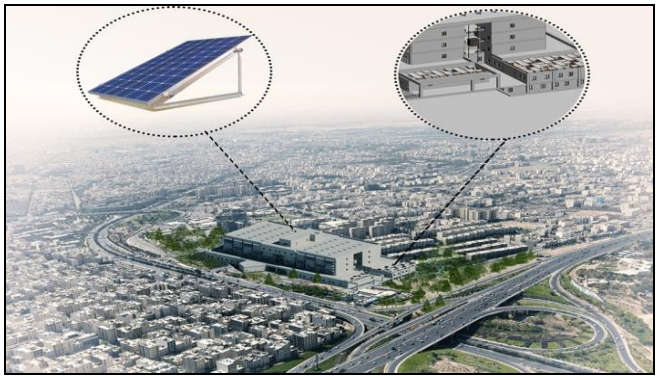
شکل ۳: طراحی سقف‌های متحرک (جمع شونده) و هوشمند

همانطور که میدانیم ابنیه امدادی شامل ساختمان های با اهمیت خیلی زیاد میشوند که انتظار میرود بعد از بحران دچار آسیب و خرابی نشوند. که یکی از ملزومات در حین بحران مانند زلزله مستحکم بودن سقف میباشد که باید از اهمیت بسزایی برخوردار باشد. به دلیل اینکه طبقه‌ای روی بخش اورژانس بیمارستان موردمطالعه قرار نگرفته است می‌توان این‌گونه پیشنهاد داد که سقف آن متحرک (جمع شونده) طراحی شود (شکل ۳). با سقف جمع شونده می‌توان خرابی‌های ناشی از زلزله را تا حد ممکن کاهش داد و قسمت اورژانس را که با کاهش بحران ارتباط مستقیم دارد، حفظ و نگهداری کرد.با استفاده از نرم افزارهای BIM مانند Revit میتوان به طراحی اینگونه سقف ها در کمترین زمان و هزینه ممکن پرداخت و عملکرد این سقف را قبل از اجرا و ساخت به طور مجازی مشاهده نمود.

همچنین در بیمارستان آیت‌الله بروجردی و ساختمان آتش‌نشانی شهرستان بروجرد از پانل خورشیدی و بادی جهت بهینه سازی انرژی استفاده نشده است و از همان روش سنتی؛ برق اضطراری و تانکرهای آب سه‌روزه در مواقع بحران استفاده می‌شود. پانل‌ها انرژی خورشید و باد را در طول روز ذخیره‌سازی می‌کنند و با استفاده از آن در شب انرژی الکتریکی، گرمایشی و سرمایشی فراهم می‌کنند (شکل ۴). با تعبیه چنین سیستمی می‌توان خدمات‌رسانی ساختمان‌های امدادی را در حین بحران افزایش داد. با استفاده از نرم افزارهای BIM میتوان به طراحی این سیستم به طور کامل پرداخت و عملکرد این پانل را قبل از اجرا و احداث به صورت مجازی (انیمیشن) مشاهده کرد و در صورت مشکل ،عیب یابی نمود.این نمایش مجازی تاثیر بسزایی در کیفیت ،سرعت اجرا،زمان و هزینه دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴: طراحی پانل خورشید و باد در مواقع قطع شدن برق و گاز

تجهیزات هشدار حریق در این ساختمان های مورد مطالعه به صورت سانترال بوده، این سیستم به صورت پیوسته در همه مجموعه ساختمان نصب شده و از طرفی به خط تلفن (هشداردهنده) نصب شده و در هنگام اتفاقاتی از قبیل حریق و آتش سوزی این خط تلفن (هشداردهنده) به صدا درمی آید.همچنین در اطراف بیمارستان آیت اله بروجردی شیرهای آتش نشانی جهت تغذیه ماشین های آتش نشان برای شرایط اضطراری نصب شده ولی نحوه نصب آنها به طوری میباشد که آتش نشان نمیتواند به فضای داخلی بیمارستان راه پیدا کند.برای خاموش کردن آتش سوزی در فضای داخلی فقط از کپسولهای آتش نشانی که در قسمت های مختلف بیمارستان نصب شده میتوان استفاده کرد و این موضوع در مواقع بحرانی بسیار نگران کننده است.با توجه به عوامل ذکر شده و ارجحیت ساختمان های امدادی بخصوص بعد از بحران پیشنهاد میشود که در اینگونه ساختمان ها از سیستم مدیریت ساختمان[9] که از خانواده مدلسازی اطلاعات ساختمان میباشد استفاده نمود. استفاده از سیستم‌های مدیریت ساختمان مانند سیستم هوشمند اطفای حریق می‌توانند با استفاده از ماژول‌های گاز یاب و آتش یاب خود، نشت گاز و آتش‌سوزی را حس کرده و اقدامات تکمیلی برنامه‌ریزی‌شده توسط کاربر شامل قطع برق، بستن شیر گاز، به صدا درآوردن آژیر، ایجاد تماس تلفنی و... را انجام دهند.

ذخیره کردن کلیه اطلاعات ساختمان در مواقع بحران پیش از ساخت برای سازه‌های جدید و پس از ساخت برای سازه‌های موجود باعث فراهم کردن بانک اطلاعاتی جامعی می‌شود که امکان نظارت مستمر و دائمی را میسر می‌سازد و فرایند بهسازی را در حین بحران آسان‌تر می‌کند. شایان ذکر است که در نرم‌افزارهای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان قابلیت طراحی المان‌های پیش‌ساخته ازجمله ستون، تیر، سقف، دیوار و ... غیره را با رعایت الزامات آیین‌نامه داراست. همچنین میتوان قرار دادن قطعات پیش ساخته را کنار هم (ساخت ساختمان) از فرایند طراحی تا بهره برداری و حتی تخریب را با استفاده از نرم‌افزارهای ساخت پویانمایی مانند انیمیشن سازی و فیلم های ۳ بعدی تا ۷ بعدی (BIM) به منظور رعایت کردن الزامات آیین‌نامه‌ها بصورت مجازی مشاهده کرد که این عامل باعث می‌شود که با پیش‌ساخته سازی دقت و سرعت در اجرا بالا برود ، هزینه و وزن ساختمان ضمن تأمین مقاومت موردنظر پایین بیاید.

۳- روش AHP

توماس ساعتی بنیان‌گذار روش AHP، چهار اصل زیر را به‌عنوان اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیان نموده که عبارت‌اند از [۱۰]:

اصل ۱: شرط معکوسی[10]: اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر ۱/n خواهد بود.

اصل ۲: اصل همگنی[11]: عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل‌مقایسه باشند. به‌بیان‌دیگر، برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی‌نهایت یا صفر باشد.

[9] Building Management System (BMS)
[10] Reciprocal Condition
[11] Homogenity

www.SID.ir

Archive of SID

اصل ۳: وابستگی[12]: هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می‌تواند وابسته باشد و به‌صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می‌تواند ادامه داشته باشد.

اصل ۴: انتظارات[13]: هرگاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد فرآیند ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد.

۳-۱- مراحل انجام کار در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی داده‌ها

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی باید گام‌های زیر به ترتیب طی شوند [۱۰]:

الف) ساختن سلسله مراتبی: اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسئله می‌باشد که در آن هدف، معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند. در رأس سلسله مراتبی هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها قرار دارند.

ب) تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی: در این مقایسه‌ها تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی استفاده خواهند کرد به‌گونه‌ای که اگر عنصر I با عنصر J مقایسه شود، تصمیم‌گیرنده خواهد گفت که اهمیت I بر J یکی از حالات زیر است:

جدول ۱: مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی [۱۶]

ترجیحات (قضاوت شفاهی)	مقدار عددی
کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر.	۹
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی.	۷
ترجیح بااهمیت یا مطلوبیت قوی.	۵
کمی مرجح یا کمی مهم‌تر کمی مطلوب‌تر.	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان.	۱
ترجیحات بین فواصل فوق.	۸،۶،۴،۲

به‌طورکلی یک ماتریس مقایسه زوجی به‌صورت زیر نشان داده می‌شود که در آن a_{ij} ترجیح عنصر iام نسبت به عنصر jام است.

$$a_{\nu}=\begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (۱)$$

پ) محاسبه نرخ ناسازگاری: یکی از مزایای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، کنترل سازگاری ماتریس تصمیم است. به‌عبارت‌دیگر همواره می‌توان میزان سازگاری ماتریس مقایسه زوجی را محاسبه نمود و نسبت به خوب و بد بودن و یا قابل‌قبول و مردود بودن آن قضاوت کرد. اگر A دو برابر B اهمیت داشته باشد و B سه برابر C مهم باشد، چنانچه A شش برابر C اهمیت داشته باشد، این قضاوت را سازگار و در غیر این صورت ناسازگار می‌نامند. سنجش نرخ ناسازگاری با استفاده از منطق ریاضی بردارهای ویژه صورت می‌گیرد [۱۱]. در حالت کلی ساعتی پیشنهاد می‌کند که اگر ناسازگاری تصمیم بیشتر از ۰/۱ باشد، بهتر است تصمیم‌گیرنده در قضاوت‌های خود تجدیدنظر کند.

ت) محاسبه وزن نسبی: محاسبه وزن نسبی معیارها و زیرمعیارها عمدتاً از روش‌های تقریبی بردار ویژه قابل‌محاسبه هستند. در این پژوهش از روش میانگین حسابی استفاده شده است. مراحل این روش عبارت‌اند از: ۱) جمع مقادیر هر یک از ستون‌های ماتریس مقایسه زوجی، ۲) نرمالیزه کردن ماتریس مقایسه زوجی با تقسیم هر عنصر در ماتریس مقایسه زوجی به جمع ستون خودش و ۳) محاسبه میانگین عناصر در هر سطر از ماتریس نرمالیزه.

ج) محاسبه وزن نهایی: وزن نهایی از ضرب وزن نسبی معیارها در میانگین اوزان هر گزینه به دست می‌آید.

[12] Dependency
[13] Expectations

www.SID.ir

Archive of SID

۴- معیارها و زیرمعیارها

معیارها و زیرمعیارها (عوامل برتری طراحی به روش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نسبت به روش‌های سنتی) با استفاده از مطالعات پیشین و بررسی موردی ساختمان‌های آتش‌نشانی و بیمارستان آیت الله بروجردی واقع در شهرستان بروجرد شناسایی شد. در این راستا با استفاده نقشه‌های معماری، بخش‌های اصلی که نقش بیشتری در کاهش بحران دارند مانند ارتباط بین کارکنان تا ماشین‌های آتش‌نشانی، راه‌های خروج و ورود، راه‌های دسترسی، پله‌های فرار، اتاق عمل، اورژانس و غیره موردتوجه قرار گرفت و مزایای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به‌وضوح روشن شد. به‌این‌ترتیب یک لیست اولیه شامل ۲۵ زیر معیار در سه زمان قبل، بعد و حین وقوع بحران (زلزله و ...) تهیه شد و طی پرسشنامه‌ای امتیازهای آن‌ها بر اساس طیف لیکرت[14] (جدول ۲) طبق نظر۳۰ نفر از خبرگان و متصدیان پروژه‌های نامبرده مشخص شد.

جدول ۲ : امتیازات طیف لیکرت

اهمیت	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
امتیاز	۱	۲	۳	٤	٥

سپس میانگین امتیازات هر عامل محاسبه شد. لازم به ذکر است که چنانچه میانگین امتیاز هر عامل از سه کمتر باشد حذف می‌گردد. ۱۰ عامل از عوامل نامبرده میانگین امتیاز بالای سه را کسب کردند و به‌عنوان زیرمعیارهای منتخب انتخاب شدند (جدول ۳).

جدول ۳ : عوامل منتخب برتری طراحی به روش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نسبت به روش‌های سنتی به همراه میانگین امتیازات

شماره	عوامل	میانگین امتیازات
۱	ذخیره کردن کلیه اطلاعات ساختمان در مواقع بحران جهت بهسازی بهتر	۴,۰۷
۲	پیش‌ساخته سازی و سبک شدن سازه	۴,۱۰
۳	طراحی سیستم هوشمند اطفای حریق	۳,۹۰
۴	طراحی هوشمند دیوارها جهت بزرگ‌تر کردن فضای اتاق عمل، اورژانس و راهروهای دسترسی	۴,۰۳
۵	طراحی سقف‌های متحرک (جمع شونده) و هوشمند	۳,۸۷
۶	ساخت سریع ساختمان (از طراحی تا بهره‌برداری) به هنگام بحران‌هایی مانند جنگ	۴,۱۰
۷	قابلیت استفاده از انرژی خورشید و باد در مواقع قطع شدن برق و گاز و ...	۳,۸۳
۸	مطالعه و عیب‌یابی کوچک‌ترین جزییات آسیب‌های سازه‌ای	۳,۸۳
۹	گردش دقیق و هوشمند در ساختمان به‌منظور پیدا کردن افراد آسیب‌دیده	۴,۱۰
۱۰	دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر	۴,۰۰

همچنین انتخاب معیارها طبق مطالعات پیشین و مصاحبه با کارشناسان صورت گرفت. در انتخاب معیارها تصمیم بر کلی و جامع بودن آن‌ها گرفته شد تا هم امکان استفاده از نتایج برای گروه بیشتری از افراد عملی باشد و هم معیارها برای افرادی که قرار است پرسشنامه‌ها را تکمیل کنند قابل‌لمس باشند. همان‌طور که در جدول (۴) مشخص است، مطابق نظر خبرگان، چهار معیار برای ارزیابی عواملی که باعث می‌شود طراحی مراکز آتش‌نشانی و بیمارستان‌ها با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ازلحاظ کاهش آسیب‌های ناشی از بحران نسبت به طراحی با روش‌های سنتی و رایج ارجح باشد، مناسب تشخیص داده شدند.

[14] Likert scale

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ : معیارهای منتخب برای رتبه‌بندی عوامل

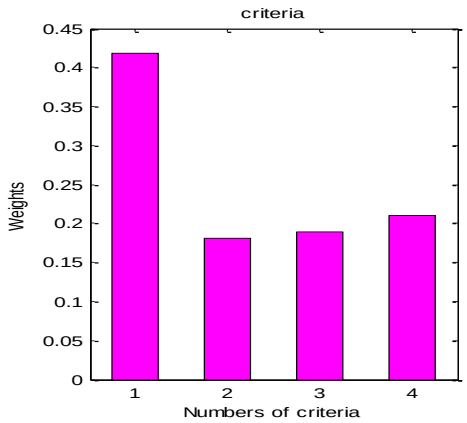
شماره	۱	۲	۳	۴
معیار	جانی	مالی	زمانی	بهره‌برداری

۵ ـ بحث و بررسی

۵-۱- آنالیز معیارها و زیرمعیارها به روش AHP

برنامه تدوین شده شامل دو بخش است. بخش اول مقادیر مقایسه زوجی در هر پرسشنامه را از فایل های Excel مربوطه بازخوانی و نرخ ناسازگاری آن ها را محاسبه می کند. اگر این نرخ در محدوده مجاز باشد، داده های آن ها را در حافظه خود ذخیره می کند، در غیر این صورت ماتریس را ناسازگار اعلام می نماید. سپس میانگین هندسی پرسشنامه های سازگار را محاسبه و ذخیره می نماید. نتیجه این بخش ماتریس های مقایسه زوجی میانگین است که به عنوان ورودی برای بخش دوم برنامه در نظر گرفته می شوند. بخش دوم برنامه محاسبات مربوط به مراحل : ۱) جمع مقادیر هر یک از ستون‌های ماتریس مقایسه زوجی میانگین، ۲) نرمالیزه کردن ماتریس مقایسه زوجی میانگین با تقسیم هر عنصر در به جمع ستون خودش و ۳) محاسبه میانگین عناصر در هر سطر از ماتریس نرمالیزه را برای معیارها و گزینه ها انجام می دهد و نمودار اولویت بندی معیارها و اولویت بندی گزینه ها طبق هر معیار را چاپ می کند. در نهایت محاسبه وزن نهایی گزینه ها (ضرب وزن نسبی معیارها در میانگین اوزان هر گزینه) را انجام میدهد و نمودارهای مربوط به آن را چاپ می نماید.

به این منظور ماتریس‌های مقایسه زوجی در ۳۰ پرسشنامه تهیه شدند و بین متخصصان توزیع گردیدند. در این میان تعداد ۲۲ پرسشنامه با پاسخ کامل جمع‌آوری شد و نرخ ناسازگاری همه آن‌ها کمتر از ۰,۱ به دست آمد که نشان از ثبات و سازگار بودن ماتریس‌ها دارد. در ادامه مقایسات زوجی خبرگان به روش میانگین هندسی ادغام شدند که نتایج آن و اوزان به‌دست‌آمده برای معیارها با استفاده از روش AHP و نرم‌افزار Matlab در شکل (۵) نشان داده شده است.



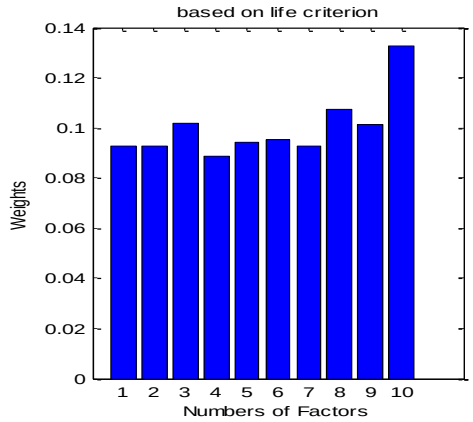
شکل ۵: نمودار وزن نهایی هر معیار

اوزان بدست آمده در این شکل با استفاده از ماتریس مقایسه زوجی میانگین محاسبه شده است که نرخ ناسازگاری آن ۰,۰۱ به‌دست‌آمده و در محدوده مجاز کمتر از ۰,۱ قرار دارد. همان‌طور که مشخص است، معیارهای جانی و بهره‌برداری در مدیریت ساخت ساختمان‌های امدادی، اوزان بیشتری را به خود اختصاص داده و جزء شاخص‌های پراهمیت در کاهش بحران هستند.

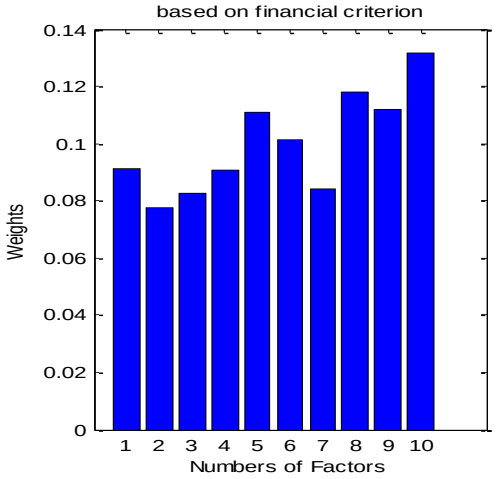
اولویت‌بندی هریک از عوامل منتخب طبق هر معیار به شرح شکل‌های (۶) تا (۹) است: نرخ ناسازگاری در مقایسه زوجی میانگین که منجر به اوزان شکل (۶) گردید، برابر با ۰,۰۳ است. با توجه به امتیازات ارائه‌شده در این شکل عوامل: ۱) دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر، ۲) مطالعه و عیب‌یابی کوچک‌ترین جزییات آسیب‌های سازه‌ای و ۳) طراحی سیستم هوشمند اطفای حریق بر اساس معیار جانی بیشترین اولویت را به خود اختصاص داده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

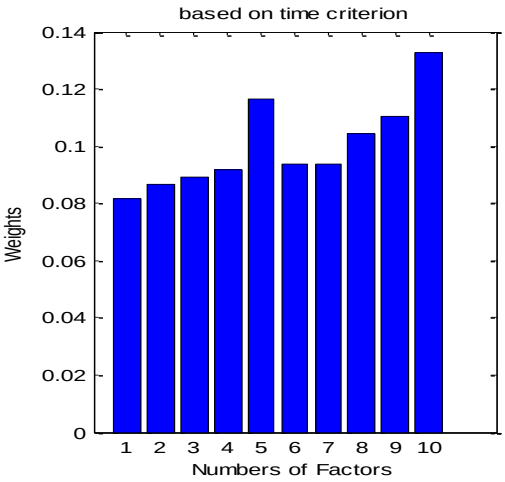


شکل ۶: نمودار اولویت‌بندی عوامل منتخب طبق معیار جانی



شکل ۷: نمودار اولویت‌بندی عوامل منتخب طبق معیار مالی

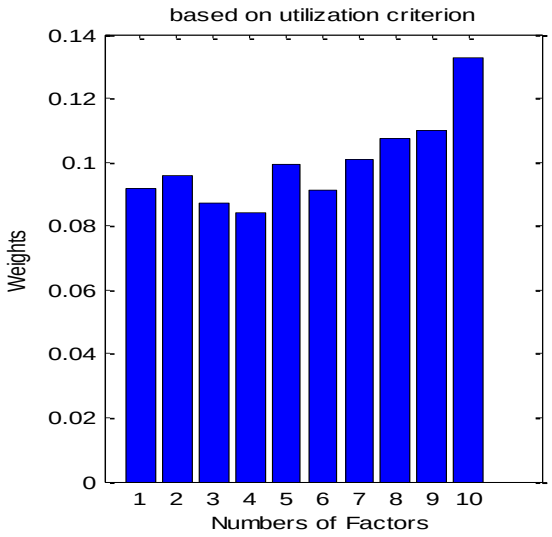
شکل (۷) نشان می‌دهد بر اساس معیار مالی، عوامل: ۱) دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر، ۲) مطالعه و عیب‌یابی کوچک‌ترین جزییات آسیب‌های سازه‌ای و ۳) طراحی سقف‌های متحرک (جمع شونده) و هوشمند بیشترین امتیاز را کسب کرده‌اند. همچنین عدد ناسازگاری مربوطه ۰,۰۳ محاسبه شد.



شکل ۸: نمودار اولویت‌بندی عوامل منتخب طبق معیار زمانی

www.SID.ir

Archive of SID

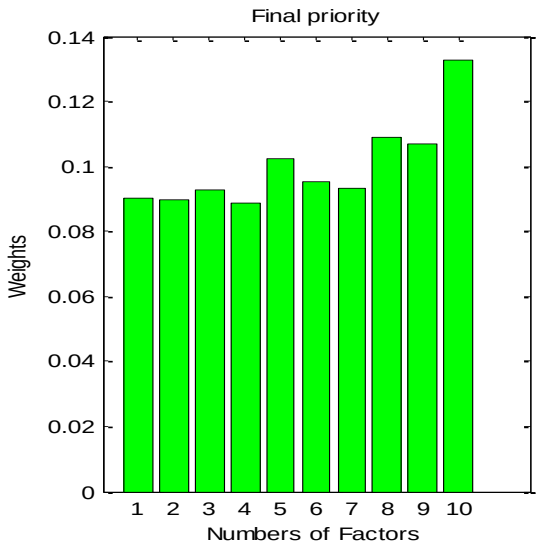


شکل ۹: نمودار اولویت‌بندی عوامل منتخب طبق معیار بهره‌برداری

در شکل (۸) مشاهده می‌شود که عوامل: ۱) دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر و ۲) طراحی سقف‌های متحرک (جمع شونده) و هوشمند به لحاظ معیار زمانی تأثیر بیشتری در کنترل بحران دارند. لازم به ذکر است که عدد ناسازگاری ماتریس مقایسات زوجی میانگین مربوط به معیار زمانی ۰,۰۳ محاسبه شد.

اوزان شکل (۹) با استفاده از ماتریس مقایسه زوجی میانگین مربوط به معیار بهره‌برداری محاسبه شده است که نرخ ناسازگاری آن ۰,۰۳ به‌دست‌آمده و در محدوده مجاز کمتر از ۰,۱ قرار دارد. طبق معیار نامبرده، عوامل: ۱) دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر، ۲) گردش دقیق و هوشمند در ساختمان به‌منظور پیدا کردن افراد آسیب‌دیده و ۳) مطالعه و عیب‌یابی کوچک‌ترین جزییات آسیب‌های سازه‌ای دارای اهمیت بالاتری در مدیریت بحران هستند.

اولویت‌بندی نهایی هریک از عوامل منتخب با استفاده از اوزان به‌دست‌آمده در شکل‌های (۵) تا (۹) به شرح زیر است.



شکل ۱۰: نمودار اولویت‌بندی نهایی عوامل منتخب

از شکل (۱۰) برمی‌آید که به ترتیب عوامل: ۱) دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر، ۲) مطالعه و عیب‌یابی کوچک‌ترین جزییات آسیب‌های سازه‌ای، ۳) گردش دقیق و هوشمند در ساختمان به‌منظور پیدا کردن افراد

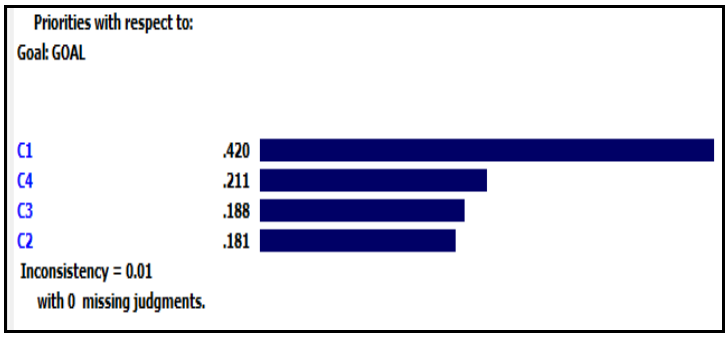
www.SID.ir

Archive of SID

آسیب‌دیده و ۴) طراحی سقف‌های متحرک (جمع شونده) و هوشمند باعث می‌شوند که طراحی ساختمان‌های امدادی به روش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نسبت به روش‌های سنتی در کاهش بحران ارجح‌تر باشد.

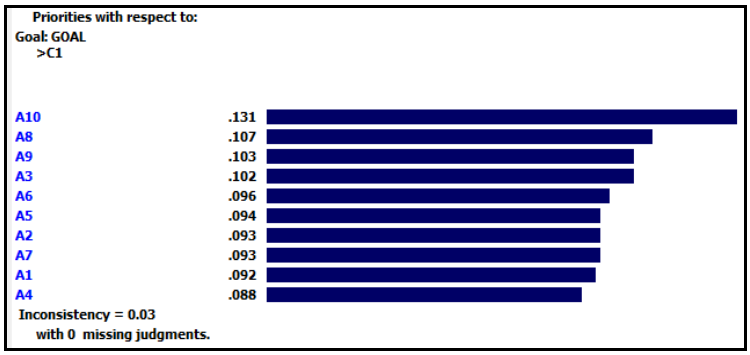
۶-صحت سنجی نتایج

لازم به ذکر است، نتایج پرسشنامه ها به صورت فایل های Excel در مرحله اول با استفاده از نرم افزار Matlab و در مرحله دوم (جهت صحت سنجی) با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice آنالیز شده اند.نتایج حاصل پژوهش حاضر از این دو نرم افزارکاملا به یکدیگر نزدیک بوده و تنها موردی که میتوان به آن در رابطه با تفاوت این نرم افزارها اشاره کرد،بدین صورت است که در نرم افزار Matlab اعداد به صورت اعشاری میباشند، اما در نرم‌افزار Expert Choice اعداد گرد شده تعریف میشوند. به‌منظور صحت‌سنجی نتایج حاصل از نرم‌افزار Matlab، نتایج نرم‌افزار Expert Choice نیز در ادامه پژوهش به طور خلاصه ارائه شده است.ابتدا چهار معیار پژوهش با یکدیگر مقایسه زوجی می‌شوند.در این مرحله مقایسات زوجی، جهت تعیین وزن وارد نرم افزار ExpertChoice می‌شود که اوزان معیارها در شکل(۱۱) آورده شده است. نرخ ناسازگاری این مقایسه زوجی برابر با ۰,۰۱ است. بر این اساس معیار جانی (C1) با وزن ۰,۴۲ رتبه اول، معیار بهره-برداری (C4) با وزن ۰,۲۱۱ رتبه دوم، معیار زمانی (C3) با وزن ۰,۱۸۸ رتبه سوم و معیار مالی (C2) با وزن ۰,۱۸۱ رتبه چهارم را کسب کرده است.



شکل۱۱: نمودار اوزان معیارهای اصلی

در گام بعد مقایسات زوجی، جهت تعیین وزن وارد نرم افزار ExpertChoice می‌شود که اوزان معیارها در شکل(۱۲) آورده شده است. شایان ذکر است که نرخ ناسازگاری این مقایسه زوجی برای ۴ معیار (جانی، مالی، زمانی و بهره برداری) برابر با ۰,۰۳ میباشد. بر این اساس گزینه دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر (A10) با وزن ۰,۱۳۱ رتبه اول را کسب کرده است.

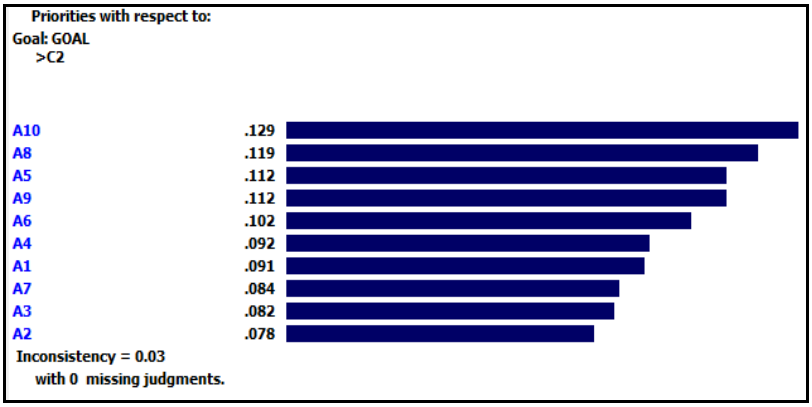


شکل ۱۲:نمودار اوزان گزینه‌ها نسبت به معیار جانی

با توجه به شکل (۱۳) گزینه دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر (A10) با وزن ۰,۱۲۹ رتبه اول را کسب کرده است.

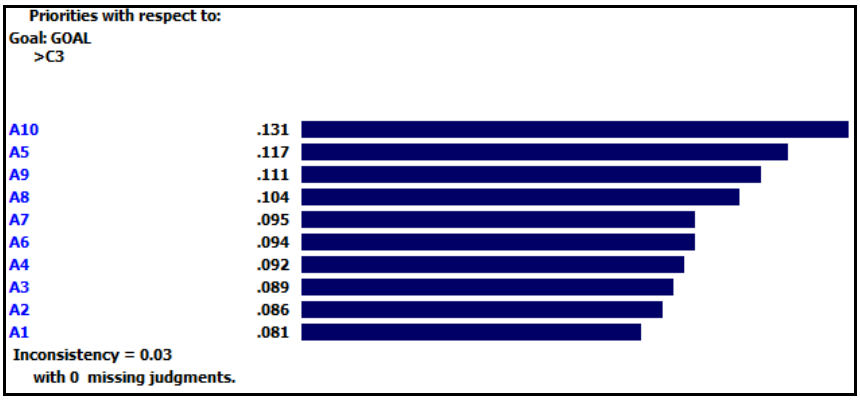
www.SID.ir

Archive of SID



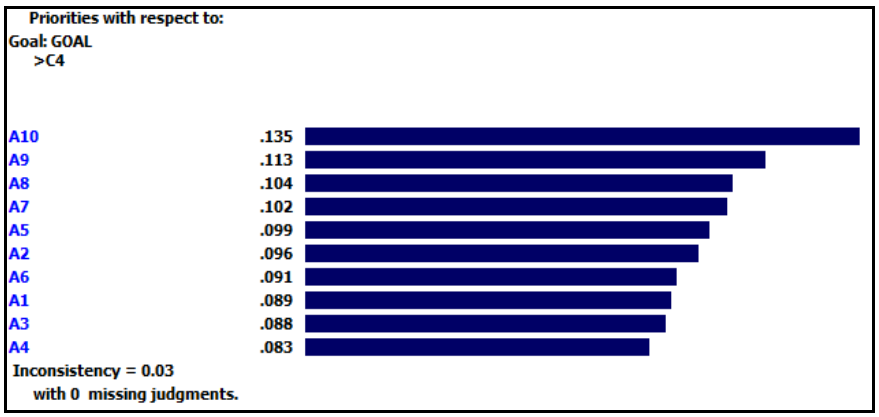
شکل ۱۳: نمودار اوزان گزینه‌ها نسبت به معیار مالی

همچنین با توجه به شکل(۱۴) گزینه دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر (A10) با وزن ۰,۱۳۱ رتبه اول را کسب کرده است.



شکل ۱۴: نمودار اوزان گزینه‌ها نسبت به معیار زمانی

در معیار بهره برداری نیز گزینه دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر (A10) با وزن ۰,۱۳۵ رتبه اول را کسب کرده است(شکل ۱۵).

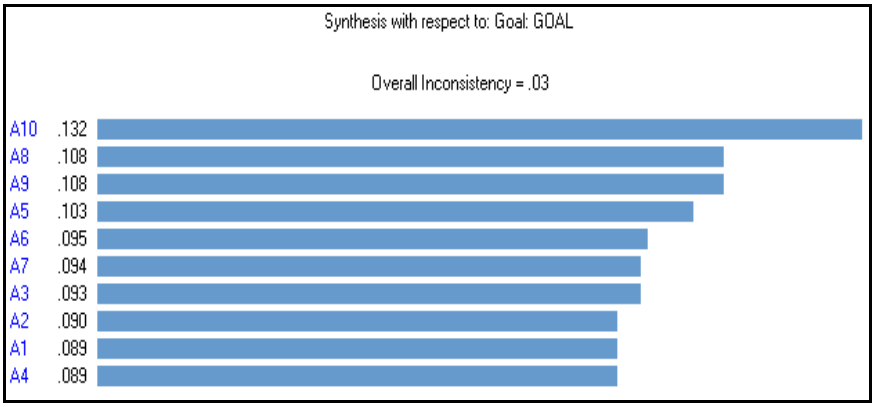


شکل ۵: اوزان گزینه‌ها نسبت به معیار بهره‌برداری

در انتهای فرایند رتبه نهایی گزینه‌ها محاسبه می‌شود، که از ضرب وزن نسبی گزینه‌ها در وزن معیارهای اصلی حاصل می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱۶: اولویت‌بندی نهایی عوامل منتخب با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice

بر اساس شکل(۱۶) گزینه دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر (A10) با وزن ۰,۱۳۲ رتبه اول را در بین ۱۰ گزینه کسب کرده است. گزینه‌های مطالعه و عیب‌یابی کوچک‌ترین جزییات آسیب‌های سازه‌ای (A8) و گردش دقیق و هوشمند در ساختمان به‌منظور پیدا کردن افراد آسیب‌دیده (A9) هر دو با کسب وزن ۰,۱۰۸ رتبه دوم را کسب کرده‌اند و گزینه طراحی سقف‌های متحرک (جمع شونده) و هوشمند (A5) با وزن ۰,۱۰۳ رتبه سوم را کسب کرده است. در شکل (۱۶)، A1 تا A10 به ترتیب زیرمعیارهای عنوان‌شده در جدول (۳) می‌باشند. همان‌طور که مشاهده می‌شود نتایج کاملاً به هم نزدیک هستند.

۷ ـ نتیجه‌گیری

در این پژوهش، مهم‌ترین عوامل نامبرده و معیارهای متأثر از آنان با بررسی مطالعات پیشین، شبیه سازی و مدلسازی ، استفاده نظر خبرگان و مطالعه موردی ساختمان‌های آتش‌نشانی و بیمارستان تازه تأسیس حضرت آیت‌الله بروجردی شهرستان بروجرد شناسایی گردید. سپس معیارها و عوامل منتخب با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی داده‌ها (AHP) اولویت‌بندی شدند.نتایج پژوهش حاضر بدین صورت نشان میدهد که:

- ✓ معیارها به ترتیب اولویت شامل: جانی، بهره‌برداری، زمانی و مالی میباشد. که ازنظر خبرگان حفظ جان افراد و بهره‌برداری از ابنیه امدادی دو معیار مهم‌تر در کاهش بحران هستند که در طراحی به روش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توانند به‌خوبی لحاظ بشوند.
- ✓ عوامل برتری طراحی بناهای امدادی بر اساس مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نسبت به روش سنتی با تأکید بر کاهش بحران به ترتیب اولویت شامل:

۱) دسترسی به اطلاعات فضاهای ساختمان برای یافتن سریع محل‌های حادثه‌دیده‌تر
۲) مطالعه و عیب‌یابی کوچک‌ترین جزییات آسیب‌های سازه‌ای
۳) گردش دقیق و هوشمند در ساختمان به‌منظور پیدا کردن افراد آسیب‌دیده
۴) طراحی سقف‌های هوشمند متحرک (جمع شونده)
۵) ساخت سریع ساختمان (از طراحی تا بهره‌برداری) به هنگام بحران‌هایی مانند جنگ
۶) قابلیت استفاده از انرژی خورشید و باد در مواقع قطع شدن برق و گاز و ...،
۷) طراحی سیستم هوشمند اطفای حریق
۸) ذخیره کردن کلیه اطلاعات ساختمان در مواقع بحران جهت بهسازی بهتر
۹) پیش‌ساخته‌سازی و سبک شدن سازه
۱۰) طراحی هوشمند دیوارها جهت بزرگ‌تر کردن فضای اتاق عمل، اورژانس و راهروهای دسترسی هستند

www.SID.ir

Archive of SID

- ✓ با لحاظ شدن عوامل فوق در طراحی ساختمان‌های آتش‌نشانی و بیمارستان به روش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توان جان افراد بیشتری را به هنگام بحران‌هایی مانند زلزله نجات داد.

مراجع

[1] Samim pey,R.Saght Fuorosh,A. (2015) Evaluation of the Need for Study and Improvement of the Construction Process Design Process by Building Information Modeling, Second International Conference on Research Findings in Civil Engineering, Architecture and Urban Management, Tehran.(in Persian).

[2] Zhang, J.P. and Hu, Z.Z. (2011) BIM-and 4D-based integrated solution of analysis and management for conflicts and structural safety problems during construction: 1. Principles and methodologies. Automation in construction, 20(2), pp.155-166.

[3] Akhoundan, M.R., Khademi, K., Bahmanoo, S., Wakil, K., Mohamad, E.T. and Khorami, M. (2018) Practical use of computational building information modeling in repairing and maintenance of hospital building-case study. SMART STRUCTURES AND SYSTEMS, 22(5), pp.575-586.

[4] Rezaei, S. Saght Fuorosh,A .Alaiya, M .Ali Nezhad, M. (2015) Application of Building Information Modeling to Reduce Design and Construction Misalignment: A Case Study of the Hospital Project, The First National Conference on Applied Research in Civil Engineering (Structural Engineering and Construction Management), Tehran. (in Persian).

[5] Ebrahimnejadi, M. Ekhalesi, A. Ghafourian, B. (2014) The design of the Shahid Beheshti Hospital in Sabzevar with a Design Approach by Building Information Modeling to Optimize Construction Time , .Master's Thesis, Project Management & Construction, Iran University of Science and Technology, Tehran. (in Persian).

[6] Abbasnejad, B. and Moud, H.I.,. (2013) BIM and basic challenges associated with its definitions, interpretations and expectations. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), 3(2), pp.287-294.

[7] Jończy.A. Zima.K (2015)Anal ysis of solutions for ex terior wall s in the BIM model using the AHP me thod.., TECHNICAL TRANSACTIONS.CIVIL ENGINEERING.4-B/.

[8] Davies, R. and Harty, C.,. (2013)Implementing 'Site BIM': a case study of ICT innovation on a large hospital project. Automation in construction, 30, pp.15-24.

[9] Sheikh Khoshkar M, Aghili A., Khanzadi M., (2014) "Feasibility Study on Building Information Modeling in Workshop Decisions", International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Infrastructure, Tabriz, (in Persian).

[10] Qudsipour, S.H. (2000) Analytical Hierarchy Process (AHP) Tehran: Amir Kabir University Press, (in Persian).

[11] Momeni, M., Sharifi Salim, A., (2011) Multivariate Modeling Software and Software.(in Persian).

[12] Ghulami, MH and Aryan, c(201۰) .Prioritization of Productivity Strategies in HSE Management Using Analytical Hierarchy Process .Third HSE General Conference, (in Persian).

[13] Bahadori, M., Ravangard, R., Yaghoubi, M. and Alimohammadzadeh, K., (2014). Assessing the service quality of Iran military hospitals: Joint Commission International standards and Analytic Hierarchy Process (AHP) technique. Journal of education and health promotion, 3.

[14] Z. Yazdanpanah, (2011)"Location of fire station stations using the AHP model in the GIS environment Case Study: Amol City", Journal of Geospatial Survey of Human Studies, Architecture and Urban Management, Vol. ۶, No. ۱۴, .۷۴-۷۸ . , (in Persian).

[15] Manghasarian A., Nekovei M., (2016)"Analysis and Analysis of the System for Modeling Building Information and Evaluation and Prioritizing the Factors of Failure to Realize it in Iran's Construction Industry", Journal of Engineering Engineering and Construction Management, First issue, Spring.(in Persian).

[16] Mohamed, A. Aminah, R. Fayel, A. (2010) "Risk Management in the Construction Industry Using Combined Fuzzy FMEA and Fuzzy AHP", Journal of construction Engineering and Management.

www.SID.ir