نشریه‌ی علمی-پژوهشی شهر ایمن
JOURNAL OF RESILIENT CITY
(JRC)

ارتقاء سطح عملکردی معماری با تأکید بر پدافند غیرعامل با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

مهدی زندیه[1]؛ ایرج محمودزاده کنی[2]؛ پدرام حصاری[3*]

۱- عضو هیئت علمی (دانشیار)؛ دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

۲- عضو هیئت علمی (استاد تمام)؛ دانشگاه تهران،

۳- عضو هیئت علمی دکتری معماری؛ استادیار دانشگاه تربت حیدریه، دانشکده فنی و مهندسی

واژگان کلیدی

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان
فناوری اطلاعات جغرافیایی
پدافند غیرعامل
ارزیابی

چکیده

پرداختن به موضوع پدافند غیرعامل به عنوان بخشی مهمی از اهداف برنامه‌ریزی و طراحی در سطوح مختلف، بخصوص در زمینه‌ی ساختمان، دارای تمهیداتی است که اثبات نتیجه‌ی آن بسته به درستی طرح نهایی در زمینه‌ی اصلی دارد؛ بدین صورت که ساختمان در ابتدا باید به صورت صحیح و برنامه‌ریزی شده با سایت خود عمل کند و سپس در سطح خود دارای موفقیت گردد و در نتیجه در صورت هماهنگی با شرایط خارجی می‌تواند عامل بهره‌وری را تعیین کند. عوامل تهدیدکننده چه انسانی باشد و چه طبیعی نیازمند ارزیابی در پیش از طراحی است؛ چرا که این ارزیابی‌ها می‌تواند ارزیابی‌های آینده را تحت تأثیر قرار دهد و باعث کاهش خسارات گردد. یکی از این ارزیابی‌ها که در جهان امروز توسط مبانی مرتبط با پدافند در دامنه‌ی فناوری اطلاعات جغرافیایی دنبال می‌گردد با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در حال انجام است، این روش ارزیابی‌ها را در پیش و پس از ساخت طرح بررسی می‌نماید. این پژوهش مشخص می‌نماید که در مسئله‌ی پدافند غیر عامل، ابتدا عناصر موجود در سایت با توجه به اطلاعات جغرافیایی مؤثرند و سپس تشخیص و بررسی آلترناتیوهای گوناگون طراحی پیشنهادی توسط مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، در مرحله‌ی اول؛ میزان دقت طراحی در پیش از ساخت را افزایش می‌دهد و در مرحله‌ی دوم اطمینان از ردیابی تجهیزات در زمان بازسازی و تخمین خسارات را تعیین می‌کند و این مسیر را با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای از طریق بیان توصیفی- تحلیلی دنبال می‌کند و همچنین ارزیابی با این مدل را به عنوان یک تکنیک، با گستره‌ای از ابعاد گوناگون مدیریت از قبیل برنامه‌ریزی، طراحی، اجرا و نظایر آن دارای اهمیت می‌شمارد.

۱- مقدمه

مناطق شهری بخصوص در کشورهای در حال توسعه، به دلیل ضعف برنامه‌ریزی، طراحی نامناسب ساختمان‌ها، بی‌دقتی در اجرای اصولی پروژه‌های عمرانی، عدم مراقبت کافی به تعمیر و نگهداری و اسکان در اراضی در معرض خطر، به مکان‌های آسیب‌پذیری در برابر زلزله تبدیل شده‌اند. بر اساس گزارش برنامه عمران سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۴، ایران جزء یکی از ۱۵ کشور سانحه خیز دنیا محسوب می‌شود که بیشترین تلفات را در اثر زلزله متحمل شده است *(SayahMofazali & sahafi, 2010)*. در کنار ساختمان‌ها، تأسیسات زیربنایی دارای اهمیتی ویژه چه از نظر بررسی خطرپذیری و چه از نظر صرف هزینه‌های ساخت و بازسازی دارند. در واقع تأسیسات زیربنایی، شبکه‌های آب‌رسانی و فاضلاب، گاز، مخابرات و برق می‌باشد که در بسیاری از موارد بر اثر حملات دشمن دچار آسیب گردیده و تأثیرات گستردهای را بر حوزه‌ی شهری و ساکنان آن می‌گذارد. این تأثیرات خود می‌تواند به دو گونه تقسیم

* رایانامه: P.hessari@torbath.ac.ir

گردند؛ گونه‌ی نخست تأثیراتی است که از نبود و قطع سیستم‌های تأسیساتی مذکور پدید می‌آید؛ به عنوان مثال انهدام شبکه آبرسانی در یک حوزه شهری سبب بروز مشکلات عدیده‌ی ناشی از کمبود آب در منطقه مذکور می‌گردد. اما گونه‌ی دوم تأثیرات می‌تواند سبب واردآمدن خسارات سنگین و تلفات ثانویه بسیاری گردد؛ که از آن جمله می‌توان به انهدام شبکه گاز و یا برق و گسترش آتش‌سوزی، انفجار و تلفات و خسارات پیامد آن اشاره نمود *(Mohammadpoor & Zarghami, 2014)*. لذا طراحی یکپارچه بر اساس توجه به مسائل پدافند غیرعامل با عامل تهدیدکننده‌ی انسان و طبیعت به منظور مدیریت ریسک لازم می‌آید. برای طراحی یکپارچه می‌توان اهداف زیر را برشمرد:

- اهداف کلی پروژه؛
- اهداف مربوط به قابلیت دسترسی؛
- اهداف زیبایی‌شناختی؛
- اهداف هزینه‌ی اثربخشی؛
- اهداف عملکردی؛
- اهداف بازسازی/ بازیابی/ نگهداری؛
- اهداف بهره‌وری؛
- اهداف امنیتی؛
- اهداف قابلیت نگهداری *(Golabchi, et al., 2016)*

در هنگام ساخت بناهای جدید، می‌توان امنیت سایت را بوسیله عناصر یکپارچه با معماری ساختمان، تقویت نمود. در تسهیلات موجود نیز می‌توان با ایجاد تغییرات سازه‌ای برای تقویت بناها، به روش‌هایی که برای هر طرح منحصر به فرد باشند، امنیت را افزایش داد. البته این روش‌ها، در صورتی که امکان هم داشته باشند، به طور معمول بسیار پرهزینه خواهند بود. معماران منظر و افراد دیگری که در برنامه‌ریزی و ساخت فضاهای خارجی درگیر هستند، مدت‌هاست که به مسائلی چون ایمنی و ...توجه می‌کنند. در ملزومات در نظر گرفته شده برای معماران منظر خبره و دیگر طراحان، از شایستگی این افراد برای طراحی فضاهای ایمن با ساخت و سازماندهی مناسب، اطمینان حاصل می‌شود *(Maleki & Berandkam, 2010)*. درک این فضاها، تعیین هزینه‌ها و بررسی آلترناتیوهای گوناگون طراحی با روش بهبود دهنده‌ی و یکپارچه‌سازی با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند به سرعت قابل پیگیری باشد. عامل فرایند طراحی یکپارچه کارفرما است. چرا که این فرایند به شکلی طراحی شده است که نیاز به کارفرمای نزدیک و متعهد به پروژه دارد. اگر به شرکت‌ها و صنایع ساخت و ساز مراجعه شود، بیشتر مطالعات بیانگر آن است که کارفرما یکی از مهمترین فاکتورها در موفقیت پروژه به حساب می‌آید. داشتن یک کارفرمای فعال یکی از مهمترین فاکتورها در موفقیت پروژه به حساب می‌آید. داشتن یک کارفرمای فعال موضوع بسیار مهمی برای اجرای یک پروژه موفق است*(Golabchi, et al., 2016) (Golabchi & Faraji, 2010)*.

در بسیاری از کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران هنوز این موضوع دارای چندان گستردگی در عمل نبوده و حتی از نظر تئوری نیز به درستی شناسایی نشده و همین امر موجب گشته که انجام بسیاری از برنامه‌ریزی‌ها، طرح‌ها و اقدامات، با پیچیدگی و خطاهای بسیار روبرو شده و در زمان مناسب و با صرف هزینه‌های واقعی انجام نگردد. هدف این پژوهش فراتر از ساخت یک مدل سه بعدی ساده است و هدف آن معرفی روشی هوشمند در جهت تبادل اطلاعات می‌باشد.

این پژوهش با فرض اینکه، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند تأثیر مثبت و روشنی در ساخت و ساز مبتنی بر پدافند غیرعامل داشته باشد؛ با پاسخ به سؤالات زیر، درصدد این است تا تأثیر دانش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و زمان تأثیر آن را بر طراحی با تأکید بر پدافند غیرعامل نشان دهد؛

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان چیست؟

تأثیرات مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بر روند طراحی مبتنی بر دانش پدافند غیرعامل چگونه است؟

۲- پدافند غیر عامل

از نظر واژه شناسی، واژه‌ی پدافند از دو جزء "پد" و "آفند" تشکیل شده است. در فرهنگ و ادب فارسی"پاد" یا"پد" پیشوندی است که به معانی "ضد، متضاد، پی و دنبال " بوده و هر گاه قبل از واژه‌ای قرار گیرد معنای آن را معکوس می‌نماید. واژه "آفند" نیز به مفهوم "جنگ، جدال، پیکار و دشمنی" است *(Dehkhoda, 1995)*.

این جدال می‌تواند در برابر انسان باشد یا طبیعت. در واقع کلیه اقدامات و تدابیری که مستلزم به کارگیری سلاح و جنگ افزار نبوده و موجب ایمن‌سازی کشور و کاهش آسیب‌پذیری، افزایش پایداری در برابر تهدید{انسانی و یا غیر انسانی} شود. پدافند غیرعامل با مفهوم کلی دفاع در برابر تهاجم، بدون استفاده از سلاح و درگیرشدن مستقیم می‌باشد *(Mostafaee & Farahmand, 2014)*. که این موضوع در برابر دو عامل بوجودآورنده‌ی اختلال (تهدیدات)؛ انسان و طبیعت دارای دو مفهوم جداگانه است، پدافند غیرعامل در برابر انسان دارای مفهوم دفاعی است و در برابر طبیعت دارای مفهوم تأمین ایمنی و حفاظت است.

شناسایی اماکن حساس، حیاتی و مهم به منظور اولویت‌بندی توجه به آن‌ها در طراحی بر اساس شاخصه‌ها و اهداف پدافند غیرعامل به صورت عمومی اماکن در پدافند غیرعامل به سه‌دسته ذیل قابل تقسیم هستند که باید مطالعات طرح‌های جامع در محدوده‌ی قانونی و حریم شهرها این موارد، در نقشه‌ای جداگانه مطرح شوند:

- اماکن و تأسیسات حیاتی: مراکزی هستند که دارای گستره فعالیت ملی می‌باشند و وجود و استمرار فعالیت آن‌ها برای مناطقی از کشور حیاتی است و آسیب آن‌ها بوسیله دشمن باعث اختلال کلی در اداره‌ی امور کشور است.
- اماکن و تأسیسات حساس: مراکزی هستند که دارای گستره فعالیت منطقه‌ای هستند و وجود و استمرار فعالیت آن‌ها برای کشور ضروری است و آسیب یا تصرف آن‌ها بوسیله دشمن باعث بروزاختلال در بخشی از کشور است.
- اماکن و تأسیسات مهم: مراکزی هستند، دارای گستره‌ی فعالیت محلی می‌باشند و وجود و استمرار فعالیت‌های آن‌ها برای بخشی از کشور دارای اهمیت و آسیب یا تصرف آن‌ها بوسیله دشمن باعث بروز اختلال در بخشی از کشور می‌گردد *(Andalib & Akhgar,2015)*.

پس از مرحله‌ی شناسایی اماکن حساس، بررسی مدیریت ریسک با مشخصه‌ی مدیریت پروژه پیش می‌آید؛ در آغاز فرآیند مدیریت ریسک، داده‌های‌موجود جمع‌آوری شده و بانک اطلاعاتی تهیه می‌شود، سپس با توجه به حیطه عملکرد تعیین‌شده، هدف‌گذاری برای مدیریت ریسک انجام شده و هدف از انجام این فرآیند تعیین می‌گردد (برای مثال در امور اقتصادی، کسب سود بیشتر و در سوانح، حفظ جان افراد از جمله اهداف در نظر گرفته شده هستند)، سپس خطرپذیری‌هایی که در این فرآیند با آن روبرو هستیم شناسایی شده و از نظر کیفی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند، پس از آن با کمی‌کردن خطرپذیری‌ها به تدوین برنامه پاسخ و اولویت‌بندی برنامه‌ها پرداخته و در نهایت بازبینی و کنترل این فرآیند صورت می‌گیرد. پس از بازبینی و کنترل و در جهت توسعه و اجرای این برنامه بازخوردی به تمامی مراحل ارسال و برنامه‌ریزی مدیریت ریسک با فرآیندی مستمر اجرا می‌گردد *(SayahMofazali & sahafi, 2010)*. در این مسیر فناوری اطلاعات جغرافیایی دارای اولویت اول بررسی در سطح وسیع برنامه‌ریزی بوده و سپس در سطح دوم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با مدیریت منابع (انسانی و غیر انسانی) و تسهیلات مدیریت فنی می‌نماید.

۳- مدل سازی اطلاعات ساختمان *(BIM)*

در طول سال‌های گذشته، استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در معماری، مهندسی و صنعت ساخت *(AEC)* به میزان زیادی گسترش یافته است و همچنین مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یک روش شناخته شده و مورد قبول در صنعت ساختمان‌سازی می‌باشد *(Przybyla, 2010)*. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با سرعت بسیار زیادی در حال گسترش است و سازمان‌ها تصمیم به استفاده از این تکنولوژی در محیط‌های عمومی و فضاهای شهری گرفته‌اند و این خود باعث گسترش این ابزار در جهت افزایش کیفیت و سرعت آن خواهد داشت *(Boguslawski, 2015:1)*. بیم می‌تواند به طور متفاوت به عنوان یک طرح و محیط ساخت مجازی، یک وسیله ارتباط بین ذینفعان، یک مدل اطلاعات طول عمر و یا یک فرآیند آموزشی که در دانشگاه‌ها استفاده می‌شود، شناخته شود. همچنین می‌تواند به عنوان یک ابزار یادگیری که به تیم پروژه در آشنایی آن‌ها با وظایفشان قبل از آغاز آن وظیفه در سایت کمک کند، استفاده شود. می‌توان گفت در دنیای امروز بیم یک پیشرفت و بهبود روند کار نیست، یک تحول اساسی در زیرساخت‌های کاری است

(Golabchi, et al., 2016)

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، جزئیات سه بعدی مدل هندسی که بیانگر مفاهیم طراحی است را ارائه می‌کند (*Boguslawski, 2015*)، مدل سه بعدی‌ای که مبنای آن بر پایه نمایش و اشتراک اطلاعات می‌باشد. جزئیاتی که به طور معمول در دسترس سایر روش‌ها نمی‌باشد.

انتقال عناصر از یک پروژه به پروژه به دیگر و امکان تغییر پارامترهای آن بنا بر مصالح و خصوصیات پروژه از جمله ویژگی‌هایی نمونه‌سازی داده‌های ساختمان در بالابردن سرعت طراحی و توسعه مدیریت اطلاعات پروژه‌ها است. این انتقال اطلاعات می‌تواند به صورت دو سویه مابین دو پروژه یا چند سویه مابین چند پروژه بصورت آنلاین انجام شود. این ارتباط می تواند بالاتر از مقیاس *Object* در مقیاس یک سیستم یا یک مجموعه از سیستم‌ها اتفاق بیافتد. به عنوان مثال *Revit* که یکی از اصلی‌ترین نرم افزارهای محیط نمونه‌سازی داده های ساختمان است با استفاده از بکارگیری برنامه رابط *Revit (API)* زمینه ای ایجاد می‌کند که از طریق آن امکان یکسو نمودن درخواست های خارجی برای استفاده در نرم افزار *Revit* را فراهم می نماید. تفاوت دیگر محیط *CAD* و محیط نمونه‌سازی داده‌های ساختمان در این است که در محیط *CAD* با ایجاد تغییر در یک دریچه دید، نیازمند تغییر در دیگر دریچه‌ها و به روز رسانی ترسیم در آن‌ها است. این حالت قابل توسعه بودن مستعد خطا (*Error-Prone*) در محیط *CAD* یکی از مسائل عمده‌ای است که سبب برتری نمونه‌سازی داده‌های ساختمان نسبت به *CAD* شده است. بدین معنی که در محیط نمونه‌سازی داده‌های ساختمان با تغییر در یک دریچه این تغییر بروی کلیت جسم اعمال می‌شود و نتیجه آن در کلیه دریچه‌های دید منعکس می‌گردد. وجود و توسعه این قابلیت در محیط نمونه سازی داده های ساختمان ضعف مدیریت اطلاعات در محیط *CAD* را اصلاح می‌نماید *(Lahourpour, 2014)*.

۳-۱- مزایای استفاده از بیم در مراحل طول عمر پروژه

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، برای توصیف مجموعه‌ای از ابزارهای پارامتری و فرآیندهای ایجاد و نگهداری از یک پایگاه داده‌ای مشترک از اطلاعات چند بعدی در خصوص طراحی، ساخت‌وساز از یک ساختمان، با هدف بهبود همکاری بین ذینفعان، کاهش زمان مورد نیاز برای مستندات پروژه و تولید نتایج قابل پیش بینی تر است *(Broquetas, 2010)*.

ایستمن *(Eastman, et al., 2014)* مزایای استفاده از بیم را در ۴ بخش معرفی می‌کند:

۱-۱-۳- مزایای پیش از ساخت

- مفاهیم، امکان‌پذیری و مزایای طراحی: تعیین امکان‌پذیربودن پروژه با توجه به امکانات بودجه‌ای و زمانی در بنا رعایت محدوده‌های عملکردی و کیفی.
- افزایش کیفیت و عملکرد ساختمان: ارزیابی اولیه طرح با استفاده از ابزارهای شبیه‌سازی پارامتریک، کیفیت بنا را به صورت کلی مطرح می‌کند.
- افزایش همکاری با استفاده از تحویل پروژه نظام‌مند *(IPD)*: درگیری تمامی متخصصین در امر ساخت و ساز و همچنین کاهش درخواست‌های کاغذی *(FRI)* و تأخیرات حاصل از آن.

۱-۲-۳- مزایای طراحی

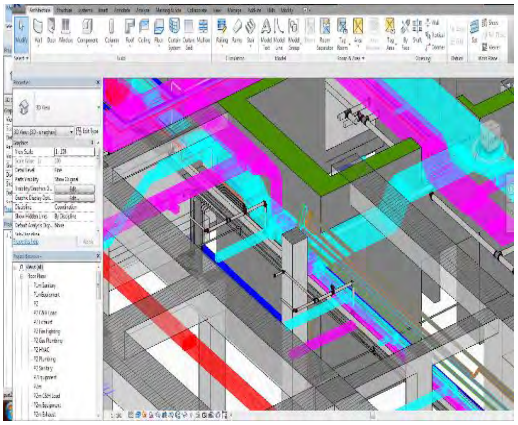
- تجسمات دقیق‌تر و سریع‌تر از طرح: استفاده از نرم افزارهای مرتبط با این زمینه؛ به طور مثال *revit* با ترسیم در دو بعد، ترسیمات سه بعدی به صورت پارامتریک و دقیق صورت می‌گیرد؛
- اصلاحات خودکار در سطح پائین در زمان اعمال تغییرات در طرح: به دلیل پارامتریک بودن اعضاء، هر عضو از طرح اگر دچار تغییر شود در نما، برش و همچنین سه بعدی تغییرات اعمال می‌گردد؛
- تهیه ترسیمات دو بعدی دقیق و هماهنگ در هر مرحله از طرح: در روش‌های سنتی، خطاهای غیر عمد و گاهی به صورت عمدی صورت می‌پذیرفت، ولی در فرایند بیم، نرم‌افزارهای مربوطه این خطاها را کاهش داده و در نتیجه این کاهش باعث کاهش سایر خطاها در دیگر قسمت‌های طراحی (سازه و تأسیسات) خواهدشد.
- همکاری اولیه چندین رشته مختلف طراحی: استفاده از فناوری بیم، متخصصین در امر طراحی اعم از معماری،

سازه و تأسیسات را به صورت همزمان دخیل کرده و از همان ابتدای طراحی در یک قالب پیوسته بکار می‌بندد. در این مرحله از طرح می‌توان پیش از تکمیل بخشی از کار به دلیل دقت بخشی بالا به محصول، مهندسی ارزش (*Value Engineering*) نمود؛

- تأیید آسان هماهنگی با هدف طراحی: این فرایند خواسته‌های کمی و کیفی را بر آورده می‌سازد بدین‌صورت که اهداف کمی را به طور مثال مانند مصالح و ... بیان کرده و اهداف کیفی را مانند درک صحیح‌تر از فضا با ارائه سه بعدی ممکن می‌سازد؛
- استخراج ارزیابی‌های هزینه‌ای طی مراحل طراحی: مدل مجازی قابلیت متره شدن دارد؛ بدین صورت که با ترسیم یک دیوار و مشخص نمودن مصالح، میزان سطح و ... صورت می‌گیرد؛
- بهبود تداوم‌پذیری و بازدهی انرژی: در نرم‌افزارهای مربوطه تحلیل انرژی مرتبط با مصالح تعریف شده در هر فضا قابل تحلیل است.

۳-۱-۳- مزایای ساخت و تولید

- استفاده از مدل طراحی به عنوان مبنایی برای تولید قطعات: مدل طراحی شده توسط بیم، به دلیل داشتن اطلاعات دقیق و جزئیات کافی، ارائه دقیقی از اشیاء ساختمانی می‌دهد؛
- واکنش سریع به تغییرات طراحی: به دلیل قواعد پارامتریک، تغییراتی که دارای اثر انقلاب‌گونه بر طراحی نداشته باشد به صورت خودکار اعمال می گردد؛
- کاهش اشتباهات و طراحی پیش از ساخت: با توجه به نظام یکپارچه طراحی، کلیه امور با داشتن مجموع اطلاعات دارای قابلیت بازیابی بوده و تمام افراد متخصص در امر ساخت، اعم از پیمانکاران کل و جزء با بررسی تمام امور، به صورت بصری تداخلات را بررسی و به تصحیح آن ها می‌پردازند؛



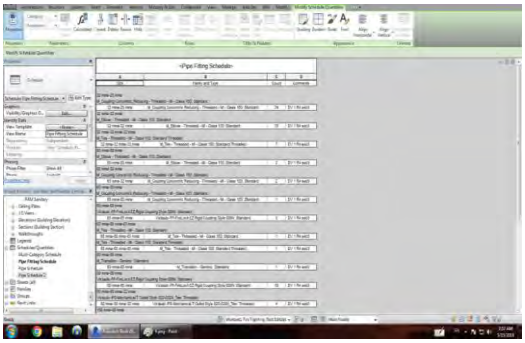
شکل ۱- نمایش تجهیزات آتش نشانی در کنار تأسیسات به منظور همخوانی و جلوگیری تداخلات (مأخذ: نگارندگان)

- تقارن برنامه‌ریزی ساخت و طراحی: در طراحی سه‌بعدی مزایای افزایش هماهنگی با خواسته های کارفرما وجود دارد که از لحاظ درک فیزیکی مجازی محیط میسر می‌شود حال آنکه اگر تمامی موارد اعم از سازه و تأسیسات نیز در مدل دیده شود مزایای بیشتری خواهد داشت؛
- تکنیک‌های ساخت‌وساز ناب: این مزیت از طریق ارتباط هدفمند و یکپارچه میان پیمانکار کل و پیمانکاران جزء پدید می آید، در این صورت تمامی فعالیت‌ها قابل پیگیری بوده و تلفات مصالح و ... کاهش می یابد؛
- همزمانی تدارک با طراحی و ساخت: افزایش هماهنگی بواسطه‌ی ارائه دقیق و متره همزمان در زمان طراحی.

۳-۱-۴- مزایای بعد از ساخت

- بهبود نصب و تحویل اطلاعات تسهیلات: در روند بیم، اطلاعات در این مرحله، در کاملترین حد خود می‌باشد؛
- بهبود مدیریت و بهره برداری از امکانات: در این مرحله، کنترل امکانات به شیوه سریع و بدون خطا انجام می‌شود؛

- ادغام با سیستم‌های مدیریت و عملیات تسهیلات: در مرحله بعد از ساخت، با داشتن اطلاعات جامع تصویری در مدل می‌توان در زمان واقعی از سیستم‌های ساختمانی پشتیبانی نمود و رابط طبیعی به منظور کنترل از راه دور را فراهم آورد.



شکل۲- نمایش مشخصات تجهیزات و محل دقیق آن ها در بخش‌ها (مأخذ: نگارندگان)

جدول ۱- مزایای بیم و اثر مثبت آن در صنعت ساخت و ساز (ترسیم از نگارندگان)

محدوده دانش	مسیر	اثر مثبت در ***AEC***
مدیریت تسهیلات	بهبود عملکرد و طول عمر سیستم‌های ساختمان از طریق تعمیر و نگهداری و راه‌اندازی تسهیلات به شکل مؤثر و مناسب؛ مدیریت فضا بصورت کارامد برای بهینه‌سازی استفاده از فضا؛ ساده‌کردن فرایند به حداقل‌رساندن اختلالات؛ نظارت و کنترل تجهیزات و اثاثیه؛ ردیابی و مدیریت تعمیر و نگهداری و درخواست‌های سفارش کار؛ تسریع احیاء و ارتباطات معوقه در صورت وقوع یک فاجعه و مدیریت بدهی‌های معوقه تعمیر و نگهداری.	شفاف‌سازی
مدیریت اسناد	اسناد چون‌ساخت؛ دفترچه راهنمای راه اندازی و نگهداری؛ نقشه‌های جزئیات اجرایی؛ عکس‌ها؛ برنامه‌های مقیاس کوچک؛ اسناد خاتمه کار؛ مدل های ثبت و استانداردهای منطقه.	شفاف‌سازی
مدیریت تجهیزات	دفترچه راهنمای راه‌اندازی و نگهداری؛ نقشه‌های جزئیات اجرایی و اطلاعات ضمانت‌نامه.	شفاف‌سازی
مدیریت حوادث غیرمترقبه	دفترچه راهنماهای فلکه‌ها؛ سیستم‌های هشدار؛ طرح‌های تخلیه اضطراری؛ طرح‌های مواد خطرناک و شماره تماس تیم‌های اضطراری و احیاء.	شفاف‌سازی
مدیریت تعمیر و نگهداری	ایجاد و بروزرسانی درخواست‌های کاری؛ پیگیری وظایف کاری تعمیرات توسط کارکنان؛ پیگیری هزینه واقعی در مقابل بودجه نگهداری و تعمیر و خرابی تعمیرات و تجزیه و تحلیل جایگزینی.	شفاف‌سازی

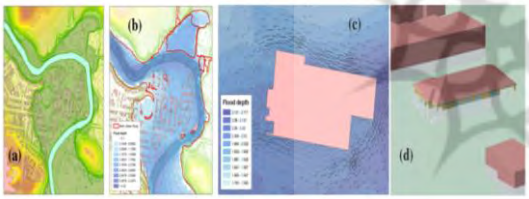
۴- فنـــاوری اطلاعـــات جغرافیـــایی(GIS) برنامه‌ریزی بستر مناسب طراحی

سیستمی از مجموعه‌ای از نرم افزارها، سخت افزارها، داده ها، متخصصات و مدل‌هاست که جهت اخذ، ذخیره‌سازی، بازیابی، بهنگام‌سازی، پردازش، تجزیه و تحلیل، انتقال و نمایش داده‌های مرجع شده، برای حمایت از تصمیم‌گیری برای حل کل مشکل استفاده می‌شود. سامانه، داده و تحلیل مهمترین مفاهیم در سامانه اطلاعات جغرافیایی است. این سامانه از اجزاء منسجمی تشکیل یافته است که هر یک برای هدف خاصی طراحی شده است. اطلاعات موجود در این سامانه به دو دسته تقسیم می شود: اطلاعات توصیفی یعنی اطلاعات غیرفضایی و مکانی در مورد پدیده و اطلاعات فضایی که ارتباط با موقعیت و مکان یک پدیده دارد و می‌توانند در محیط این سامانه نگهداری و بازیابی شوند. همچنین این سامانه با قدرت تجزیه و تحلیل خود، امکان برقراری ارتباط منطقی بین داده‌های فضایی و غیر فضایی را دارد و این مهم‌ترین ویژگی سیستم اطلاعات جغرافیایی است که آن را از سایر سامانه‌های اطلاعاتی متمایز می‌سازد *(Mostafaee & Farahmand, 2014)*؛ این دانش، بوسیله‌ی انطباق کامل خطوط و مسیرهای شبکه‌های عبوری تأسیسات زیربنایی به داده‌های مکانی دارای مختصات، امکان ورود این داده‌ها را به سیستم های اطلاعات جغرافیایی فراهم می‌نماید و علاوه بر امکان استفاده گسترده این اطلاعات در فرآیندهای برنامه‌ریزی بحران و مدل‌سازی های متفاوت، در شرایط ویژه به هنگام وقوع حملات و آسیب شبکه مهار و کنترل خسارات وارده را تسهیل و احتمال خطرهای ثانویه در مرحله برنامه‌ریزی به انتخاب مکان با شرایط مناسب بستر پروژه رسید.

۵- پیوند بین فناوری اطلاعـــات جغرافیـــایی و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

پیوند بین *GIS & BIM* باعث بوجود آمدن ابزاری هوشمند و پیشرفته در مواقع اضطراری خواهد بود. پیشرفت در اطلاعات مکانی، یک محیط انعطاف پذیر در تجزیه و تحلیل با پتانسیل انجام مطالعات سه بعدی *GIS* از جمله مسیر خروجی اضطراری را ارائه می کند. این‌ها ابزاری برای سنجش رفتار محیطی و قابلیت‌سنجی محیط‌های ساختمانی و مدل شبکه سه بعدی قدرتمندی از رفت و آمد داخل ساختمان را ارائه می‌کند *(Kwan, 2005)*، این شبکه دسترسی قابلیت استفاده در مواقع اضطراری مانند آتش‌سوزی را دارد که این موضوع باعث افزایش کارآیی ساختمان در مواقع بحران خواهد شد(*Boguslawski, 2015:1*). این در حالی است که بیشتر تحقیق‌های صورت گرفته با تأکید بر فضاهای داخلی که معمولاً در پلان های دو بعدی صورت گرفته است. در واقع این امکان با بررسی امکانات سایت در واقع خروج مد نظر است. مثال دیگر را می‌توان در مورد سیل بررسی کرد، بررسی زمینه ساخت ابتدا انجام می‌شود و ارزیابی میزان خسارات احتمالی نیز قابل بررسی می‌شود.

آسیب به ساختمان و اجزای آن در مورد مطالعه در تصویر۳ با استفاده از *BIM* و اطلاعات جغرافیایی با هم و پیاده‌سازی توابع نشان داده شده است. منطقه مورد مطالعه و تجسم از خروجی‌های شبیه‌سازی سیل در *GIS* دوبعدی و سه‌بعدی نشان داده شده است.



تصویر ۳- مطالعه موردی برای یک خانه (الف) منطقه مورد مطالعه، (ب) خروجی شبیه‌سازی سیل در منطقه، (ج) پارامترهای سیل در اطراف خانه، (د) تجسم سه بعدی از سطح آب گرفتگی خانه (Amirebrahimi et al., 2015)

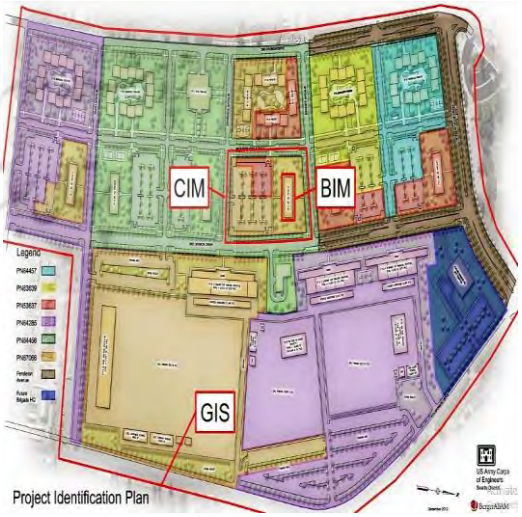
یکپارچگی سیستم اطلاعات مکانی *GIS* بر مبنای مدل اطلاعات ساختمان به عنوان یک بستر مهم تحقیقات نوظهور برای خدمات شهری هوشمند در حال گسترش است. *(Kang and et al, 2016)* یکی از قابلیت‌های مدل اطلاعات ساختمان، ارائه جزئیات بصورت سه بعدی با کیفیت بالا می باشد و این قابلیت در سیستم اطلاعات مکانی *GIS* به عنوان یک نیاز جهت تجزیه و تحلیل امری انکار ناپذیر است. مدل اطلاعات ساختمان و سیستم اطلاعات مکانی در عین اینکه در برخی موارد مشابه هستند ولی در برخی

قسمت ها تفاوت های بارزی بین این دو ساختار وجود دارد *(Wood, 2013)* که در جدول زیر مقایسه بین این دو ساختار ارائه شده است:

جدول۲- مقایسه *GIS* و *BIM* (مأخذ: نگارندگان)

سیستم اطلاعات مکانی ***GIS***	مدل اطلاعات ساختمان ***BIM***
نمایش ۲ بعدی اطلاعات	نمایش کامل ۳ بعدی اطلاعات
دسترسی به ویژگی‌های اشیاء	دسترسی به ویژگی‌های اشیاء
ویژگی‌های مربوط به دنیای واقعی	ویژگی‌های مربوط به مدل
دید ۳ بعدی معمولی	دید ۳ بعدی معمولی
مدل اطلاعات انعطاف‌پذیر	مدل اطلاعات بدون انعطاف‌پذیر
دارای ساختار استاندارد *OGC*	دارای ساختار استاندارد ساختمان هوشمند
تأکید بر اطلاعات جغرافیایی	تأکید بر اطلاعات ساختمان

دید سه بعدی داخلی یا خارجی مدل‌های شهری اطلاعات کلیدی برای اهدافی از جمله ارزیابی برنامه ریزی، مدیریت بحران و امکانات مورد استفاده قرار می گیرد. مدل اطلاعات ساختمان و سیستم اطلاعات مکانی به طور گسترده به عنوان منابع اطلاعاتی مورد استفاده قرار می گیرد *(Hor, 2016)*. درواقع *BIM* زیر مجموعه‌ای از اطلاعات *GIS* است.



تصویر ٤- ارتباط بین GIS & BIM (Hutsell& Bush, 2016)

۶- مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بـه عنـوان یک ارزیاب در معماری با تأکید بر پدافند غیر عامل

الف: بعنوان بخشی از زنجیره‌ی مدیریت بحران با تأثیر مستقیم در تصمیم‌گیـری، برنامـه‌ریـزی مناسـب و نظارت بر عملیات:

در واقع در *GIS- BIM* مزایای زیر را دارد:

- کاهش هزینه‌های تخریب و خاک‌برداری؛
- کاهش ریسک برخورد با اتفاقات طبیعی مانند سیل و ... با بررسی خاک و سطوح آب‌های زیرزمینی و شیب و ...،
- تخمین هزینه‌های بعد از سانحه،
- اطمینان از اینکه پروژه در محل مناسب اجرا شده و حداقل انتظارات را برآورده ساخته است،
- هماهنگ‌سازی محل قرارگیری تجهیزات و لوله‌کشی‌های زیرزمینی پیش از شروع پروژه.

در بیشتر مواقع نیاز به یک مدل تحلیل‌گر پیچیده با توجه به فعالیت‌های مختلفی که در مدل اطلاعات ساختمان که برای فعالیت‌های مختلف به کار گرفته می‌شود، امری ضروری به نظر می‌رسد. یکی از این زمینه ها که جنبه‌های مختلف مدل اطلاعات ساختمان را پوشش می‌دهد سیستم اطلاعات مکانی *GIS* می‌باشد که می‌تواند ابزاری پیشرفته را برای این تحلیل‌ها فرآهم آورد(*Ball, 2015*) علم اطلاعات مکانی *GIS* یک دامنه وسیعی از مفاهیم، ابزارها و سیستم‌ها را شامل می‌شود که نوع دانش مورد استفاده در آن تأکید بر جنبه‌های علمی اطلاعات مکانی دارد (*Goodchild, 2010*) و در ترکیب با دانش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان که جزئی‌تر است، در مرحله‌ی برنامه‌ریزی طراحی معماری دارای اهمیتی بیشمار است.

در واقع مدل‌های سه بعدی شده به دو دسته تقسیم می‌شوند: الف) مدل‌های طراحی ب) مدل‌های واقعی. مدل‌های طراحی معمولاً برای اهداف ساختمان‌های صنعتی و به منظور رعایت حداکثری الزامات جزئیات طراحی، مهندسی و ساخت و ساز *AEC* مورد استفاده قرار می گیرد، اما مدل‌های واقعی سیستم اطلاعات مکانی است که فضای پیرامون را در *GIS* نشان می‌دهد. طراحی، مهندسی و

ساخت و ساز *AEC* در نتیجه مدل اطلاعات ساختمان که یک فرآیندی برای مدیریت اطلاعات در چرخه عمر ساختمان را فرآهم می آورد. *(El-Mekawy, 2010)*

ب: کاهش‌دهنده نافرجامی‌های طراحی به منظور افزایش راندمان ساختمان با تأکید بر پدافند غیر عامل: ارتباط‌های مشخص پروژه در بین گروه‌های مختلف درگیر نیازمند مستندسازی این شاخصه‌هاست. بسیاری تأخیرات در مرحله‌ی اجرا ناشی از ناهماهنگی‌های مابین گروه‌های طراحی و عدم شناسایی نقصان‌ها در مرحله‌ی طراحی است. این ناهماهنگی ها در برخی موارد منجر به عدم کارایی مناسب سیستم‌های ساختمان می‌گردد و در برخی موارد منجر به تغییرات پر هزینه و زمان‌گیر می‌شود. در پروژه‌های صنعتی مقیاس بزرگ جهت شناخت ناهماهنگی‌ها لازم است اقدامات پیش‌گیرانه‌ای قبل از شروع مراحل ساخت انجام شود. این اقدامات توسط مدیران پروژه و پیمانکاران ویژه انجام می‌پذیرد تا اطمینان حاصل شود در مرحله اجرا و بهره‌برداری شاهد ناهمخوانی‌ها در مقیاس فضاها که به اصطلاح برخورد سخت[1] نامیده می شود و یا نقصان‌های ناشی از درگیری‌های ناشی از برخورد سیستم ها که به اصطلاح برخورد نرم[2] گفته می‌شود، نخواهیم بود *(Lahour pour, 2014)*

ب: بعنوان بازخوردی جهت اصلاح عملیات ساماندهی و بازسازی: بازسازی پس از سانحه فرایندی پیچیده و پویا با ابعاد چندگانه است و سیاست‌های بازسازی بایستی انعطاف کامل را جهت تغییر و سازگاری با اوضاع محلی *(Sartipy pour, et al., 2015* باشد، در واقع بازسازی؛ تأمین کل خدمات و زیرساخت‌های تخریب شده، جایگزینی کالبدی بناهای منهدم شده، احیاءکردن و توانمندساختن مجاری اقتصادی و در نهایت بهبود شرایط زیست جامعه مصیبت‌زده *(Aysan & Davis, 2006)* است که برنامه بازسازی باید بر اهداف طولانی مدت توسعه استوار باشد*(Ibid)*؛ در بازسازی و ساماندهی، ردیابی و شناسایی تجهیزات در موقع سوانح، چه از نظر عامل انسانی و غیر انسانی دارای اهمیت بسیاری است، این اهمیت از دو نظر قابل پیگیری است؛ اول؛ شناسایی سریع نقص و عضوهای آسیب‌دیده و دوم؛ تخمین هزینه‌ها و زمان بازسازی که پیش نیاز تخصیص بودجه است.

به عنوان مثال، نقصان بسیار اساسی شبکه‌های تأسیسات زیربنایی شهری در ایران را می توان در عدم انسجام و مکان گزینی واحد آنها در قالب یک شبکه تأسیساتی واحد دانست. در حقیقت اگر مجاری واحدی برای عبور شبکه‌های مختلف شهری احداث گردد نه تنها بسیاری از مشکلات، هزینه‌ها و زمان اجرای پروژه های تأسیساتی کاسته می‌شود بلکه به هنگام وارد آمدن هر گونه خسارت و آسیب به این قبیل شبکه‌ها، امکان‌یافتن سریع حوزه‌ی آسیب دیده و رفع و کنترل آسیب وارده با سهولت بیشتری میسر می‌گردد. ذکر این نکته نیز ضروری است که با توجه به عمق زیاد حفر شده برای نصب این سیستم از تأسیسات و پوشانیده شدن روی مجاری تأسیساتی با خاک احتمال آسیب دیدن این شبکه‌ها در شرایط بحران بسیار بیش از گذشته کاهش می‌یابد *(Mohammadpoor & Zarghami, 2014)*.

در مجموع، بازسازی به طور طبیعی در زمان کوتاهی پس از سانحه آغاز می‌شود و برنامه‌ریزی در این زمان کوتاه جامع نخواهد بود*(Sartipy pour, et al., 2015)*. با داشتن انبوهی از اطلاعات جامع که در زمان ساخت در نقشه‌های حین ساخت تهیه شده‌است، می‌توان جامعیت دسترسی به اطلاعات مانند میزان تخریب، هزینه‌های نیروی انسانی و مصالح مورد نیاز در زمان بازسازی، پیش‌بینی با دقت بالا در مورد ماشین‌آلات و تجهیزات و همچنین جانمایی هر یک از تأسیسات با ردیابی آن‌ها در بنا جهت متره بدست آورد.

۷- نتیجه‌گیری

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در واقع فرآیندی مدیریتی بوده که برنامه ریزی و صنعت ساخت‌وساز را در مسیر توسعه و دانش نوین قرار می‌دهد. در واقع مدل‌سازی اطلاعات ساختمان تعریف یک زبان مشترک بین تمامی متحصصین بوده تا در صورت استفاده از اطلاعات ساختمان در زمان‌های آتی و توسط دیگر متخصصین قابل استفاده و شناسایی باشد. این مدیریت تسهیلات، نوعی از سازماندهی اسناد است که در زمان پیش از طراحی، طراحی، دوره ساخت و پس از ساخت به کار گرفته می‌شود.

جدول ۳- دنبال نمودن اهداف پدافند غیرعامل با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات (مأخذ: نگارندگان)

اهداف پدافند غیرعامل	تأثیر مدل‌سازی اطلاعات
کاهش آسیب‌پذیری	بررسی دقیق مدل سه بعدی و همچنین امکان بررسی دقیق آلترناتیوهای طراحی در راستای پدافند غیر عامل
تسهیل مدیریت بحران	امکان شناسایی اعضای آسیب دیده در بانک اطلاعاتی ساختمان و همچنین تخمین میزان خسارت در توصیف بودجه و زمان مورد نیاز ایجاد تسهیلات و بازسازی
استمرار فعالیت‌های ضروری	دنبال نمودن ایده‌های ایجاد پناهگاه‌ها و همچنین امکان بررسی سازو کارهای مناسب هر شرایط در مدل با استفاده از حرکت در فضا و تمهیدات مرتبط با مصالح مورد نیاز در هر بخش
افزایش پایداری	دقت و توجه به جزئی‌ترین حوزه مهندسی مانند ساخت درب و پنجره و جنس مصالح ساختمان با توجه به نوع تهدید احتمالی؛ صورت همه‌جانبه و متعادل
بازدارندگی دفاعی	بررسی و آنالیز در مرحله برنامه‌ریزی و طراحی به نحوی که در ساختمان طراحی خود باعث تهدید نباشد.

در مجموع در دو مرحله مدل‌سازی اطلاعات ساختمانی می‌تواند در راستای اهداف پدافند غیر عامل وارد شود؛

- در مرحله‌ی پیش از ساخت: از طریق دقت‌بخشی به ساخت ساختمان‌ها با طراحی مناسب با هدف کاهش ریسک؛ بدین صورت که با مدل‌سازی سه بعدی ساختمان و درک فضاها از نظر برآورده‌ساختن نیازهای حداقلی و بررسی آلترناتیوهای گوناگون طراحی در مرحله‌ی برنامه‌ریزی، می‌توان تجسمات ابتدایی را فراهم آورد و محدوده‌ی فضایی را ارزیابی دقیق‌تر هزینه و زمان بررسی کرد، برای بناهای فنی مانند تأسیسات زیربنایی هدف طراحی اغلب به صورت کمی بررسی می‌شود و اهداف کیفی مانند دسترسی‌ها و همجواری فضاها و ... در مدل سه بعدی به صورت خودکار کنترل می‌شود؛

- در مرحله پس از ساخت: ارزیابی میزان خسارت در زمان پس از سانحه با استفاده از بانک اطلاعاتی ایجاد شده در زمان ساخت.

۸- پی نوشت‌ها

[۱] *Hard Clash*

برخوردهای سخت زمانی رخ می‌دهد که یک جزء از ساختمان به طور ناخواسته به صورت فیزیکی به جزء دیگری از ساختمان نفوذ کرده باشد. این زمانی اتفاق می‌افتد که دو یا چند جزء برای استقرار در یک محدوده یا فضا مدنظر قرار گرفته‌شده باشد.

[۲] *Soft Clash*

برخورد نرم زمانی است که فاصله اجزا مورد بررسی از همدیگر، کمتر از فاصله استاندارد می‌باشد و این مقدار از فاصله تعیین شده حداقل قابل قبول (*a minimum clearance*) عدول کرده باشد. بعنوان مثال زمانی که فاصله سینی کابل از سطح تمام شده به میزانی است که امکان عبور را به کارکنان نمی‌دهد.

۹- مراجع

Amirebrahimi, S., & Rajabifard, A., Ngo, T., Mendes, P., (2015). A Data Model for Integrating GIS and BIM for Assessment and 3D Visualisation of Flood Damage to Building. the academic research stream at Locate in conjunction with the annual conference on spatial information in Australia and New Zealand (Locate 2015), Brisbane, Australia

Andalib, A., Akhgar, H., (2015). Evaluation of the use of the concept of passive defense in development projects and urban development, Journal of Research and Urban Planning, (22), 111-124.

Aysan, Y., & Davis, I. (2006). Rehabilitation and Reconstruction. Translate by Alireza Falahi, Shahid Beheshti Publications.

Ball, M., (2015). With new tools for modeling and measuring impacts of plans and designs, are GIS and BIM converging? Sensors & Systems, Online: www.sensorsandsystems.com/dialog/perspectives/35458-with-new-toolsfor-modeling-and-measuring-impacts-of-plans-and-designs-are-gis-andbim-converging.html

Boguslawski. P., Mahdjoubi. L., Zverovich. V., Fadli. F., Barki. H., (2015). Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations. WIT Transactions on The Built Environment, England.

Broquetas, M., (2010). Using BIM as a Project Management Tool. Master Thesis, University of Applied Sciences.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2014). A Guide to Building Information Modeling, Translate by Meysam Zokaee and et al., Jahad Daneshgahi publications. First Edition.

El-Mekawy, M., (2010). Integration Bim and GIS For 3D City Modeling, The Case of IFC and CityGML, Department of Urban Planning and Environment. Stockholm, Sweden.

Hor, A, H., Jadidi, A., Sohn, G., (2016). BIM-GIS Integrate Geospatial Information Model Using Semantic Web And RDF Graphs, ISPRS Annals of the Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences.

Hutsell, S., and Bush, L., (2016). Integrated Data Capture, BIM, CIM, GIS, and CAD - Owner and Industry Perspectives on Products. Processes and Policies for Informed Decision Making, SPAR 3D Expo and Conference.

Golabchi, M., Golabchi, A., Noorzai, E., Gharouni, J., (2016). Building Information Modeling BIM, Tehran University Publications, First Edition.

Golabchi, M., Faraji, A., (2010). Systems implementation project in the construction industry. Tehran University Publications, First Edition.

Goodchild, M. F., (2010). Twenty years of progress: GIScience in 2010. Journal of spatial information science, (1), 3-20.

Kang, T, W., Park, S, H., Hong, C, H., (2016). BIM/GIS-based Data Integration Framework for Facility Management, The Eighth International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services.,

۹- مراجع

Kwan, M. P., Lee, J., (2005). Emergency response after 11/9: the potential of realtime 3D GIS for quick emergency response in micro-spatial environments. Computers, Environment and Urban Systems, (29), 93-113.

Lahourpour, S., (2014). Adaptive architectural design of nuclear power plants by using advanced modulation techniques with the aim of reducing the time, cost and energy. PhD thesis in Architecture. Imam Khomeini International University.

Maleki, k., Berandkam, F., (2010). Defense and Urban security from the perspective of passive defense and the creation of safe spaces based defended. Journal of Sepehr, (81).

Mirhashemi Roteh, E., (2012). Urban planning and strengthening of vulnerable elements, With the approach of passive defense considerations. Sanandaj: The third national conference on urban development.

Mohammadpoor, Ali., Zarghami, S., (2014), Buyers locating urban facilities from the standpoint of passive defense. Journal of Sepehr. (23), 89-93.

Mostafaee, Ya., Farahmand, M., (2014). Naja passive defense missions with an emphasis on Geographic information Systems GIS. Journal of Semnan specialized security of knowledge, (23), 91-102

Przybyla, J., (2010). The next frontier for BIM: interoperability with GIS. Journal of Building Information Modelling, 14-18.

Sartipy pour, M., Sadat Hashemian, A., Hoseyni, M., (2015). Establishing the Pre-requisites of Post-disaster Reconstruction in Rural Settlements (Case study: Estalakh-kouhVillage). Journal of Housing and Rural Environment (151), 3-18.

SayahMofazali, A., sahafi, D., (2010). The Methodology of Risk Management Model Within Crisis Management of Municipal Area (the case study: evaluation of semi_quantitive Risk and Radar model in determination of risk earthquake amounts, in Tehran 13th municipality). Journal of Urban managemint studies 2(2), 43-69.

Wood, T., (2013). A BIM/GIS Roadmap, GISProfessional, 14-17.