یازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

بررسی مدل‌سازی اطلاعات در زیرساخت‌های حمل‌ونقل

علیرضا پورفیض[۱]، پویان ایار[۲](نویسنده مسئول)، فاتح الیاسی[۳]، امیرحسین عطایی جعفری[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران

۲- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران، ayar@iust.ac.ir

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

۴- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد مدیریت ساخت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

چکیده

زیرساخت‌های حمل‌ونقل یک مؤلفه حیاتی در اقتصاد، امنیت و رفاه یک کشور است. با افزایش جمعیت، نیاز به فناوری‌های کارآمد و به‌صرفه جهت بهبود و گسترش زیرساخت‌ها بیشتر احساس می‌شود. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان(BIM) یکی از اصلی‌ترین تحولات در حوزه ساخت‌وساز است که به‌طور گسترده‌ای در صنعت ساختمان مورد توجه قرارگرفته است. علاوه بر این، مدل‌سازی اطلاعات عمرانی و مدلسازی اطلاعات جاده شاخه‌های دیگری از مدلسازی اطلاعات به شمار می‌رود که در چند سال اخیر موردتوجه پژوهشگران و مهندسان در امور مدیریت پروژه قرارگرفته است. هدف آن‌ها مدیریت یکپارچه اطلاعات در بخش ساخت‌وساز و به‌خصوص جهت ترمیم و نگهداری از زیرساخت‌ها می‌باشد. در حقیقت با استفاده از ابزارهای مدلسازی اطلاعات می‌توان در هزینه و زمان به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای صرفه‌جویی کرد اما تحقیقات جامعی جهت بررسی مدلسازی اطلاعات در حوزه حمل‌ونقل صورت نگرفته است. در این راستا هدف این پژوهش بررسی و تجزیه‌وتحلیل ابعاد مختلف مدل‌سازی اطلاعات برای زیرساخت‌های حمل‌ونقل می‌باشد و همچنین ارزیابی ظرفیت‌های مدلسازی اطلاعات و تحلیل شباهت‌ها، تفاوت‌ها و چالش‌های این حوزه صورت گرفته است.

واژه‌های کلیدی: مدلسازی اطلاعات ساختمان، مدلسازی اطلاعات عمرانی، مدل‌سازی اطلاعات جاده، مدیریت ساخت، بهینه‌سازی

۱- مقدمه

با رشد روزافزون جمعیت همراه با فرسوده‌شدن زیرساخت‌های حمل‌ونقل، نیاز به فناوری‌های کارآمد و مقرون‌به‌صرفه برای ساخت، تعمیر و نگهداری سازه‌ها بیشتر موردتوجه قرارگرفته است[۱]. ازآنجاکه پروژه‌های راهسازی اغلب پروژه‌های بزرگی هستند و سرمایه‌گذاری‌های عظیمی از طرف دولت بر روی آن‌ها صورت می‌گیرد، ترکیب کلیه اطلاعات و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها برای طراحی، ساخت و عملکرد بهتر، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای دستیابی به این امر مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM[۱]) مورد توجه محققان قرار گرفت. از مزایای BIM می‌توان به بهبود در فعالیت‌های مشارکتی و برنامه‌ریزی‌های پروژه، جلوگیری از دوباره‌کاری و درک بهتر از مراحل ساخت اشاره کرد[۲]. همچنین با استفاده از BIM می‌توان گزینه مناسب را در هنگام طراحی بزرگراه، با ایجاد یک مدل بصری انتخاب نمود. این فرایند در رویکرد طراحی سنتی طاقت‌فرسا و وقت‌گیر است .

یکی از عوامل اصلی در ساخت بزرگراه، محاسبه عملیات خاکی است که تقریباً ۲۵ درصد از کل هزینه ساخت‌وساز در پروژه‌های راهسازی را شامل می‌شود[۳]. محاسبه عملیات خاکی همواره با خطا همراه است و روند تعیین میزان خاکبرداری و خاکریزی طولانی و پرهزینه است که با ادغام BIM و GIS[۲] می‌توان این عملیات را سریع‌تر و دقیق‌تر انجام داد[۴]. اطلاعات جغرافیایی در پروژه‌های زیربنایی اهمیت زیادی دارد به همین خاطر GIS می‌تواند تجزیه و تحلیل مکانی را انجام دهد. بااین‌حال، در این ابزار مدلسازی پارامتریک پروژه صورت نمی‌گیرد اما در BIM این امکان موجود است. از طرف دیگر مدل BIM توانایی زیادی در سازمان‌دهی داده‌های مکانی ندارد. لذا استفاده از BIM و GIS که مکمل یکدیگر هستند می‌تواند باعث بهبود و بهینه‌سازی طراحی مسیر در پروژه‌های عمرانی گردد[۵، ۶].

چند دهه است که BIM به‌طور گسترده‌ای در صنعت ساختمان موردبررسی قرارگرفته است. بااین‌حال، استفاده از BIM در زیرساخت‌های حمل‌ونقل بسیار کند و تدریجی می‌باشد[۷]. در این راستا صنعت و دانشگاه سعی داشتند با توسعه مدلسازی اطلاعات، استفاده از این ابزار را در زیرساخت‌های حمل‌ونقل گسترش دهند بنابراین به معرفی دو ابزار قدرتمند مدل‌سازی اطلاعات عمرانی (CIM[۳]) و مدلسازی اطلاعات جاده (RIM[۴]) در پژوهش‌های مختلف پرداختند.

به‌طوری‌که چونگ و همکاران[۸] پژوهشی را در خصوص کاربردهای مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM) در پروژه‌های ساختمانی و زیربنایی انجام دادند و به تحلیل استفاده از BIM در زیرساخت‌های حمل‌ونقل استرالیا و جمهوری خلق چین پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که استفاده از BIM سبب کاهش هزینه و زمان شده است. همچنین بیانکاردو و همکاران[۹] با ایجاد مدل‌های سه‌بعدی BIM و با استفاده از نرم‌افزارهای مختلف، مزایا و چالش‌های استفاده از مدل‌سازی در طراحی زیرساخت‌های جاده را تحلیل کردند و مشخص شد برای مدلسازی نیازمند توجه به آیین‌نامه‌های هر کشور و داشتن دانش و تخصص در زبان‌های برنامه‌نویسی (مانند پایتون) برای مدل‌سازی المان‌های جاده است.

---

[1] Building Information Modeling
[2] Geographic Information Systems
[3] Civil or Construction Information Modeling
[4] Road Information Modeling

کاستین و همکاران[۱] پژوهشی را در خصوص استفاده از فناوری‌های در حال ظهور و مزایا، چالش‌ها و محدودیت‌ها در خصوص اجرای BIM در حوزه‌ی زیرساخت‌های حمل‌ونقل به‌منظور توسعه ی فناوری‌های کارآمدتر و مقرون به‌صرفه‌تر برای ساخت، تعمیر و نگهداری و گسترش زیرساخت‌های حمل‌ونقل انجام دادند. در این راستا برخی از پژوهشگران نیز مشکلات این فناوری را در یک پروژه واقعی بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بود که مانع بزرگ استفاده از این ابزارهای مدلسازی، کمبود نرم‌افزار تخصصی است و همچنین نرم‌افزارهای طراحی (مانند رویت)، با مدل‌سازی زیرساخت‌ها و تأسیسات راه سازگار نیست و بیشتر برای طراحی عناصر عمودی بکار گرفته می‌شود و نیازمند توسعه و توجه بیشتری به حوزه‌ی زیرساخت‌های حمل‌ونقل است[۱۰].

چنگ و همکاران[۴] نیز به بررسی مدل‌سازی اطلاعات عمرانی(CIM) و علل کمرنگ بودن این ابزار در زیرساخت‌های عمرانی پرداختند نتایج آن‌ها این‌گونه نشان داد که شرق آسیا و آمریکای شمالی در استفاده از فناوری CIM نسبت به سایر بخش‌های جهان فعال‌تر بوده‌اند همچنین چند پیشنهاد جهت اجرای بهتر CIM شامل مدلسازی انرژی، مدلسازی زیست‌محیطی و یکپارچگی اطلاعات برای تعمیر و نگهداری زیرساخت‌ها ارائه گردید.

تحقیق دیگری در ایران توسط راه‌آورد و لهراسبی[۱۱] در مورد مدیریت پروژه راهسازی با مدل‌سازی اطلاعات جاده برای زیرگذر تجر اکبر در شهرستان اسلام‌آباد غرب انجام شده است و به این نتایج دست یافتند که مدلسازی سه‌بُعدی اطلاعات در جاده‌های برون‌شهری به دلیل طولانی بودن پروژه‌ها و کم بودن تأسیسات در طول ان ازلحاظ اقتصادی توجیه ندارد. اما در تقاطع‌ها، پل‌ها و متروها میزان تداخل تأسیسات بیشتر است و همچنین نگهداری از آن‌ها اهمیت زیادی دارد. بنابراین بعد زمان و هزینه اهمیت بیشتری در مناطق شهری پیدا می‌کند. علاوه براین در پژوهشی که در کشور تایوان با استفاده از مدلسازی اطلاعات جاده برای کاهش تداخل تأسیسات، مدیریت و نگهداری آن‌ها صورت گرفته است، به چالش‌های اجرایی، سیاسی، فنی و قانونی آن پرداخته شده است[۱۲].

همان‌طور که ذکر شد پژوهش‌ها و مطالعات مختلفی در خصوص ابزار BIM در زیرساخت‌های عمرانی به‌خصوص زیرساخت های حمل‌ونقل صورت گرفته است اما در مراحل اولیه است و تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که ابعاد و نحوه ی پیاده‌سازی BIM در پروژه‌ها به‌صورت جامع موردبررسی قرار نگرفته است. به همین خاطر در این مقاله به بررسی مدل‌سازی اطلاعات در زیرساخت‌های حمل و تفاوت آن با فرایند BIM در پروژه‌های ساختمانی پرداخته‌شده است. علاوه بر این مزایا و چالش‌های پیش رو برای استفاده از ابزارهای مختلف مدل‌سازی اطلاعات ارزیابی‌شده است.

۲- زیرساخت عمودی و افقی

استفاده از فناوری‌های دیجیتالی در حوزه‌ی مدیریت ساخت باعث بهبود و بهینه‌سازی فرآیندهای مختلف پروژه می‌شود که امروزه از آن در بسیاری از پروژه‌های بزرگ استفاده شده است. مدلسازی اطلاعات ساختمان مجموعه‌ای از فنّاوری‌ها، فرآیندها و سیاست‌هایی است که مشارکت کلیه ذینفعان را در طراحی، ساخت و بهره‌برداری از یک پروژه ممکن می‌سازد. استفاده از

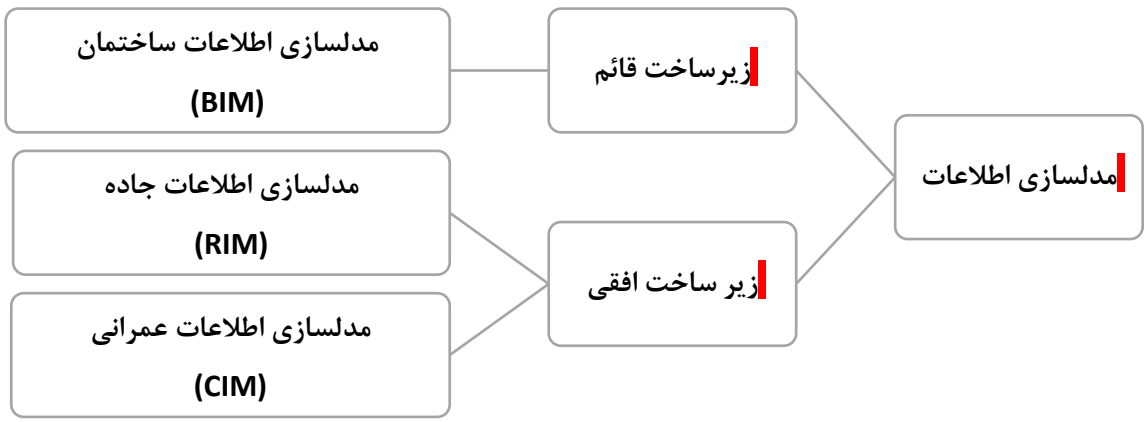
BIM می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات باشد که تمام ذینفعان به اطلاعات موردنیاز دسترسی دارند و همچنین توسعه پروژه را مشاهده می‌کنند[۱۳] .

بنابراین، BIM نه‌تنها یک تغییر فناوری است، بلکه یک تغییر فرآیند نیز محسوب می‌شود[۴]. در حقیقت زمانی که این ابزار به‌درستی انتخاب شود، باعث کیفیت بهتر، هزینه و مدت‌زمان کمتر در پروژه می‌شود. مدلسازی اطلاعات ساختمان عمدتاً برای ساختمان‌ها و سازه های عمودی، مانند بیمارستان‌ها، مدارس، استادیوم‌ها و .... استفاده می‌شود. اصطلاح مدلسازی اطلاعات از مباحثی است که اولین بار با مدلسازی اطلاعات ساختمان آغاز شد اما به‌تدریج کاربرد مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM) تغییر کرد و اکنون از آن در زیرساخت‌های عمرانی برای طراحی، ساخت و مدیریت نیز می‌توان استفاده نمود[۱, ۴].

اما مدلسازی اطلاعات عمرانی (CIM) به‌عنوان راه‌حلی جهت بهبود نتایج پروژه برای ذینفعان در پروژه‌های حمل‌ونقل ترویج داده‌شده است. این مدلسازی شامل مجموعه‌ای از ابزارها جهت جمع‌آوری، سازماندهی و مدیریت اطلاعات در قالب‌های دیجیتالی برای پروژه‌های راهسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که CIM ویژگی‌های مشترک زیادی با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) دارد اما به دلیل جنبه‌های منحصربه‌فرد پروژه‌های زیرساختی باید به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد[۱۴]. در این راستا محققان تلاش کردند از مدلسازی اطلاعات عمرانی (CIM) در پروژه‌های راهسازی استفاده کنند اما به علت کلی بودن داده‌ها در مدلسازی اطلاعات عمرانی و همچنین گسترده بودن این حوزه، نمی‌توان تمامی اطلاعات پروژه و هندسه هر یک از اجزا را در قالب استاندارد، داخل آن ثبت کرد[۱۵].

برای حل این مشکل مدلسازی اطلاعات جاده (RIM) پیشنهاد شده است که یکی دیگر از ابزارهای مدلسازی زیرساخت‌های افقی محسوب می‌شود که برای بهبود و توسعه راه‌های کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد و براساس BIM پایه گذاری شده است. یکی از مهم‌ترین مزایای RIM در مرحله‌ی بعد از احداث پروژه است که با مدلسازی مشخصات و هندسه اجزای آن می‌توان در تعمیر و نگهداری و هزینه‌های مازاد صرفه‌جویی کرد[۱۶]. شکل۱ انواع ابزارهای مدلسازی اطلاعات را با توجه به نوع پروژه و نحوه ی ساخت نشان می‌دهد و در ادامه هر یک ابزارهای مدلسازی به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است.

شکل۱- انواع مدلسازی اطلاعات پروژه براساس نوع زیرساخت[۱۱]



۲-۱- مدلسازی اطلاعات عمرانی(CIM)

همراه با افزایش شهرنشینی، سیستم حمل‌ونقل به‌طور فزاینده‌ای در پاسخگویی به نیاز جامعه دچار مشکل می‌شود. در این صورت نیاز به گسترش شبکه زیرساخت حمل‌ونقل ایمن و کارآمد بیشتر حس می‌شود. برای تحقق این امر، مدلسازی اطلاعات عمرانی (CIM) یک مفهوم جدید را معرفی کرده است که به جمع‌آوری، سازماندهی و مدیریت داده‌ها و اطلاعات در طول پروژه می‌پردازد به‌طوری‌که انتخاب مناسب‌ترین تصمیم مبتنی بر داده‌ها قبل از شروع پروژه، یکی از اصلی‌ترین مزایای این ابزار محسوب می‌شود[۱۴, ۱۷]. علاوه بر این، برای شبیه‌سازی مراحل ساخت و همچنین برنامه‌ریزی برای کل چرخه عمر پروژه و کنترل ترافیک بزرگراه مورد استفاده قرار می‌گیرد[۱۸].

لازم به ذکر است این ابزار محدود به اجرای پروژه نمی‌شود بلکه طرح مفهومی و دقیقی جهت عملیات ترمیم و نگهداری به مشاوران راه ارائه می‌دهد. همچنین اثر قابل‌توجهی در کاهش هزینه‌ها دارد. از سوی دیگر مالکیت حریم جاده، برنامه‌ریزی برای مدیریت ترافیک،کنترل بودجه و محدودیت زمانی از چالش‌های پیش رو در این حوزه به شمار می‌رود[۱۷, ۱۹]. استفاده از مدلسازی اطلاعات ابتدا در صنعت ساختمان گسترش یافته است. پس از آن مهندسان سعی کردند که اطلاعات پروژه‌های راهسازی و زیربنایی را به نوعی با مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM) انجام دهند. اما پارامترهایی که برای مدلسازی اطلاعات ساختمان استفاده می‌شود با پارامترهای مورداستفاده در راهسازی متفاوت است و نتیجه چندان موفقیت‌آمیز نبود. در حقیقت بین مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM) و مدلسازی اطلاعات عمرانی (CIM) دو فرق اساسی وجود دارد:

۱) کارایی سازه و عملکرد ساختمان با زیرساخت‌های عمرانی متفاوت است برای مثال نیروهای برشی که در عرشه پل‌ها وجود دارد در ساختمان به شکل دیگری رخ می‌دهد[۴].

۲) اصطلاحات فنی برای بیان کارایی ساختمان و زیرساخت‌های عمرانی، تا حدی در ساختار و اجزای آن‌ها متفاوت است. برای مثال عضو عمودی در ساختمان "ستون" نامیده می‌شود در حالی‌که در پل "پایه" نامیده می‌شود. بنابراین، الگوی اطلاعات در این دو ابزار متفاوت است[۱۲].

همچنین از دیگر تفاوت‌های ساخت‌وساز افقی نسبت به عمودی به عواملی فرهنگی، مدیریتی و قراردادی می‌توان اشاره کرد. پروژه‌های افقی معمولاً پروژه‌های عمومی هستند که توسط نهادهای دولتی اداره می‌شوند و بودجه آن‌ها از بخش‌های مختلفی تأمین می‌شود. علاوه براین دارای محدودیت‌های قانونی هستند. ولی جدا از تفاوت‌هایی که وجود دارد، مدیریت داده‌ها و روند انجام کار در BIM و CIM مشابه است.

۲-۲- مدلسازی اطلاعات جاده (RIM)

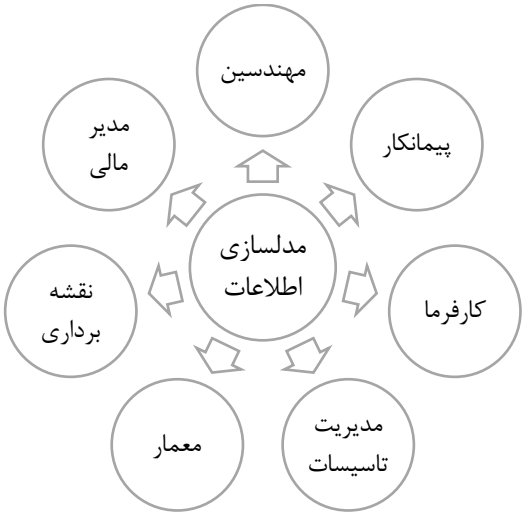
مدلسازی اطلاعات باید به‌گونه‌ای باشد که تمام نقشه‌های گرافیکی و غیر گرافیکی شامل هندسه و مشخصات مصالح در تمامی پایگاه‌های داده و نرم‌افزارهای حوزه‌ی BIM مفهوم یکسانی داشته باشند و بتوان اطلاعات را به‌راحتی به اشتراک گذاشت. درنتیجه برای توسعه مفهوم BIM در زیرساخت‌های راهسازی، نیازمند ایجاد یک بستر به نام مدلسازی اطلاعات جاده(RIM)

است که بتوان آن را برای مدیریت پروژه‌های راهسازی با توجه به اهمیت و نقش مؤثری که در توسعه‌ی یک کشور دارد، مورداستفاده قرار دهیم.

در حال حاظر روش‌های مرسوم برای مدیریت پروژه‌های راهسازی و زیرساختی مانند خطوط نفت و گاز، برق، تلفن و لوله های آب و فاضلاب بسیار زمان‌بر، با درصد خطای بالا و پرهزینه هستند و نیاز به تغییر روش مدیریت این پروژه‌ها به‌صورت مدلسازی سه‌بعدی و استفاده از زمان به‌عنوان بعد چهارم و هزینه به‌عنوان بعد پنجم مدل، به‌شکل داده دیجیتالی، موردتوجه محققان قرارگرفته است[۱۲]. همچنین این ابزار با ثبت اطلاعات پروژه مانند طرح اختلاط آسفالت، شیت آزمایشگاهی، عمق حفاری، نوع لوله، فاصله تا محور راه، مشخصات پل و آبرو و ... می‌تواند برای مرحله تعمیر و نگهداری نیز استفاده گردد.

مدل‌های RIM می‌توانند مقدار قابل‌توجهی از اطلاعات را در طول چرخه عمر پروژه ذخیره کنند. همچنین برای ارزیابی دوام و مصرف انرژی در طول چرخه ی عمر زیرساخت‌های حمل‌ونقل مفید واقع شود. این تجزیه‌وتحلیل می‌تواند داده‌های مهم برای مصرف برق تأسیسات روشنایی کنار جاده و مقدار سوخت مصرفی برای تجهیزات نگهداری را ارائه کند[۱].

یکی از اصول اساسی مدلسازی، ایجاد هماهنگی و همکاری میان تمامی عوامل درگیر در پروژه در کل چرخه حیات آن پروژه است تا از این طریق بتوان اطلاعات موردنیاز را تکمیل، استخراج و یا ویرایش نمود و در هر زمان بتوان از آن برای پشتیبانی تمامی فرآیندها استفاده کرد. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، عوامل اجرایی باید جهت سازماندهی پروژه در تمام مراحل مدلسازی در ارتباط با یکدیگر باشند و اطلاعات موردنیاز را با همکاری هم ثبت کنند[۱].



شکل۲- ارتباط و همکاری عوامل اجرا در پیاده‌سازی مدلسازی

مدیران و محققان باید برای ترویج استفاده از RIM و اجرای آن، سیاست‌ها و قوانین مناسب حمایتی را مقرر کنند و جهت دستیابی به این امر مهم تصویب اولین استاندارد و آئین‌نامه مدلسازی اطلاعات ساختمان در ایران ضروری می‌باشد. اگرچه تنظیم آیین‌نامه و تعیین قوانین موجب تسریع در روند پذیرش این ابزار می‌گردد، اما مدلسازی اطلاعات باید با توجه به شرایط کشور

ایران تنظیم گردد و امکانات و چالش‌هایی که مهندسان و مسئولان در روند اجرا و تحویل پروژه با آن مواجه هستند در نظر گرفته شود. با توجه به اینکه اجرای مدلسازی اطلاعات در پروژه‌های بزرگ سود دهی بیشتری دارد و سرمایه‌گذاری در این بخش توجیه اقتصادی دارد، می‌توان با بومی‌سازی این ابزار و استفاده از تمامی قابلیت‌های آن به روند پذیرش آن در ایران سرعت بخشید. توسعه‌ی مدلسازی اطلاعات باید زیر نظر محققان و متخصصین حوزه‌ی BIM و همکاری صنعت و دانشگاه با بهره‌گیری از تجربیات و دانش کشورهای پیشرو صورت گیرد تا گام مهمی جهت اجرای بهینه‌ی پروژه‌های زیرساخت حمل‌ونقل برداشته شود. در جدول۱ به جمع‌بندی مدلسازی اطلاعات پرداخته شده است که هر کدام از ابزارهای مدلسازی در چه پروژه‌هایی مورداستفاده قرار می‌گیرند و چه تفاوت‌ها و شباهت‌هایی میان آن‌ها وجود دارد.

جدول۱- مقایسه بین BIM ,RIM ,CIM[۱۱]

وضعیت	BIM	RIM	CIM
هدف	ساختمان	جاده/روسازی	شهر/شهرک
موردبررسی	ساختمان	جاده‌های درون/ برون‌شهری	ساختمان /بزرگراه سد/پل/بنادر
محدوده	ساختمان(کل محل پروژه)	جاده(محدوده‌ی وسیعی با طول زیاد)	تمام حوزه‌ی جغرافیای و حوزه‌ی عمرانی
اجسام در مدلسازی	تیر، ستون و پنجره و ...	لایه‌های راه/پل/تونل	بستگی به پروژه‌ی عمرانی
وضعیت اجسام در مدلسازی	عمودی	افقی	عمودی/افقی
فنّاوری مدلسازی	3 D	3 D	3 D
دوره استفاده	تمام دوره‌ی عمر ساختمان	تمام طول عمر جاده	طول چرخه حیات پروژه
هدف	مدیریت و جمع‌آوری کلیه اطلاعات ساختمان	مدیریت و جمع‌آوری کلیه اطلاعات جاده	مدیریت و جمع‌آوری کلیه اطلاعات شهری
استفاده‌کنندگان	مهندسان و استفاده‌کنندگان از ساختمان	مهندسان راه و متخصصین نگهداری تأسیسات	شهرسازان و مهندسان پروژه‌های عمرانی

۳- نتیجه‌گیری

زیرساخت‌های حمل‌ونقل بخش جدایی‌ناپذیر از رشد اقتصادی و بهبود اجتماعی هر کشور است که نیاز به مدیریت کارآمد دارد. فرسودگی و خرابی زیرساخت‌ها دو مشکل عمده در شبکه حمل‌ونقل یک کشور محسوب می‌شوند که به دلیل گستردگی

شبکه راه‌ها و ناکارآمدی سیستم‌های مرسوم، نیاز به فناوری‌های نوظهور برای مدیریت زیرساخت‌ها و بهبود عملکرد موردتوجه قرار گرفته است.

تاکنون به این نتیجه رسیدیم که اساس تمام مدلسازی ها BIM است ولی با توجه به اینکه BIM برای صنعت ساختمان موردبررسی قرار گرفته است. استفاده از آن در پروژه‌های راهسازی(پروژه‌های افقی) کار راحتی نیست و همچنین به دلیل تفاوت پارامترهایی که در ساختمان و راه وجود دارد، نمی‌توان از آن در راهسازی استفاده نمود. روش جدیدی که در چند سال اخیر به‌عنوان مدلسازی اطلاعات عمرانی تحت عنوان CIM معرفی شده است، بیشتر برای پروژه‌های شهرسازی کارایی دارد اما استفاده از مدلسازی اطلاعات جاده (RIM) به‌عنوان یک شیوه مدیریتی قطعاً باعث تغییراتی در مدیریت راهسازی و پذیرش آن می‌شود با توجه به اینکه استفاده از RIM هیچ محدودیتی ندارد، پس می‌توان در تمام دوره عمر پروژه ازجمله مراحل طراحی، اجرا و تعمیر و نگهداری استفاده نمود.

۴-منابع

[1] A. Costin, A. Adibfar, H. Hu, S.S. Chen, Building Information Modeling (BIM) for transportation infrastructure – Literature review, applications, challenges, and recommendations, Automation in Construction, 94 (2018) 257-281.

[2] B.H. Alohan Omoregie, MEng, PhD Daniel Ernest Turnbull, BSc, Highway infrastructure and Building Information Modelling in UK, 169(4) (2016).

[3] H. Kim, K. Orr, Z. Shen, H. Moon, K. Ju, W. Choi, Highway Alignment Construction Comparison Using Object-Oriented 3D Visualization Modeling, Journal of Construction Engineering and Management, 140(10) (2014) 05014008.

[4] J.C.P. Cheng, Q. Lu, Y. Deng, Analytical review and evaluation of civil information modeling, Automation in Construction, 67 (2016) 31-47.

[5] L. Zhao, Z. Liu, J. Mbachu, Highway Alignment Optimization: An Integrated BIM and GIS Approach, ISPRS International Journal of Geo-Information, 8(4) (2019).

[6] J. Zhu, G. Wright, J. Wang, X. Wang, A Critical Review of the Integration of Geographic Information System and Building Information Modelling at the Data Level, ISPRS International Journal of Geo-Information, 7(2) (2018).

[7] J. Zak, H. Macadam, Utilization of building information modeling in infrastructure's design and construction, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 236 (2017) 012108.

[8] Y. Chong Heap, R. Lopez, J. Wang, X. Wang, Z. Zhao, Comparative Analysis on the Adoption and Use of BIM in Road Infrastructure Projects, Journal of Management in Engineering, 32(6) (2016) 05016021.

[9] S.A. Biancardo, A. Capano, S.G. de Oliveira, A. Tibaut, Integration of BIM and Procedural Modeling Tools for Road Design, Infrastructures, 5(4) (2020).

[10] Á. Moreno Bazán, M.G. Alberti, A. Arcos Álvarez, J.A. Trigueros, New Perspectives for BIM Usage in Transportation Infrastructure Projects, Applied Sciences, 10(20) (2020).

[11]ح. راه آورد, ع. لهراسبی, مدیریت پروژه راهسازی با مدل سازی اطلاعات جاده مطالعه موردی زیر گذر تجر اکبر in: ,کنفرانس بین المللی عمران،معماری و شهرسازی ایران معاصر ,undefined ,تهران, ۹۶.۱۳

[12] J.-R. Chang, H.-S. Lin, Underground Pipeline Management Based on Road Information Modeling to Assist in Road Management, Journal of Performance of Constructed Facilities, 30(1) (2016) C4014001.

[13] A. Omoregie, Highway infrastructure and Building Information Modelling in UK, Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer, 169 (2016).

[14] B. Sankaran, G. Nevett, W.J. O'Brien, P.M. Goodrum, J. Johnson, Civil Integrated Management: Empirical study of digital practices in highway project delivery and asset management, Automation in Construction, 87 (2018) 84-95.

[15] J.Á. Aranda, N. Martin-Dorta, F. Naya, J. Conesa-Pastor, M. Contero, Sustainability and Interoperability: An Economic Study on BIM Implementation by a Small Civil Engineering Firm, Sustainability, 12(22) (2020).

[16] X. Gao, P. Pishdad-Bozorgi, BIM-enabled facilities operation and maintenance: A review, Advanced Engineering Informatics, 39 (2019) 227-247.

[17] F. Guo, Y. Turkan, T. Jahren Charles, H. David Jeong, Civil Information Modeling Adoption by Iowa and Missouri DOT.

[18] T. Hartmann, J. Gao, M. Fischer, Areas of Application for 3D and 4D Models on Construction Projects, Journal of Construction Engineering and Management, 134(10) (2008) 776-785.

[19] M.H. Construction, The business value of BIM for infrastructure: Addressing America's infrastructure challenges with collaboration and technology, Smart Market Report, 12(McGraw-Hill Construction United States of America) (2012).