

نقش تلفیق GIS و BIM در ارتقای برنامه ریزی شهری: مروری بر مطالعات اخیر

محسن قدس^۱ ✉

نوع مقاله: علمی مروری

صفحه ۸۷ تا ۱۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۷

چکیده

برنامه ریزی شهری یکی از مهم ترین حوزه های پژوهشی محسوب می شود، چرا که تأثیر مستقیمی بر کیفیت زندگی روزمره افراد دارد. در این راستا، فناوری های نوینی مانند سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS^۲) و مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM^۳) به دلیل قابلیت ها و ویژگی های منحصر به فرد خود، به ابزارهایی کلیدی در این حوزه تبدیل شده اند. با این حال، هر یک از این سیستم ها دارای محدودیت هایی هستند که می تواند مانع بهره برداری کامل از ظرفیت های آن ها شود. به منظور غلبه بر این کاستی ها، ادغام دو فناوری GIS و BIM به عنوان رویکردی نوین مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. این ادغام، امکان بهره برداری از مزایای هر دو سیستم را به طور همزمان فراهم می کند و زمینه ساز بهبود فرآیندهای برنامه ریزی شهری می شود. هدف اصلی این مقاله، مرور و تحلیل مطالعات اخیر در زمینه ترکیب فناوری های GIS و BIM در برنامه ریزی شهری است. بررسی این پژوهش ها نشان می دهد که ادغام این دو فناوری می تواند نقش مهمی در بهبود فرآیند تصمیم گیری در سطوح مختلف برنامه ریزی ایفا کند. از جمله کاربردهای این فناوری ها می توان به برنامه ریزی راهبردی، انتخاب مکان مناسب برای توسعه، تحلیل کاربری زمین، تهیه طرح های جامع شهری و ترسیم چشم اندازهای آینده اشاره کرد. به طور کلی، نتایج مطالعات بر اهمیت فزاینده استفاده تلفیقی از GIS و BIM در توسعه پایدار شهری تأکید دارند.

کلیدواژه ها: مدل سازی اطلاعات ساختمان، سیستم اطلاعات جغرافیایی، برنامه ریزی شهری.

^۱ ✉ استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران (نویسنده مسئول)

^۲ Geographic Information System

^۳ Building Information Modelling

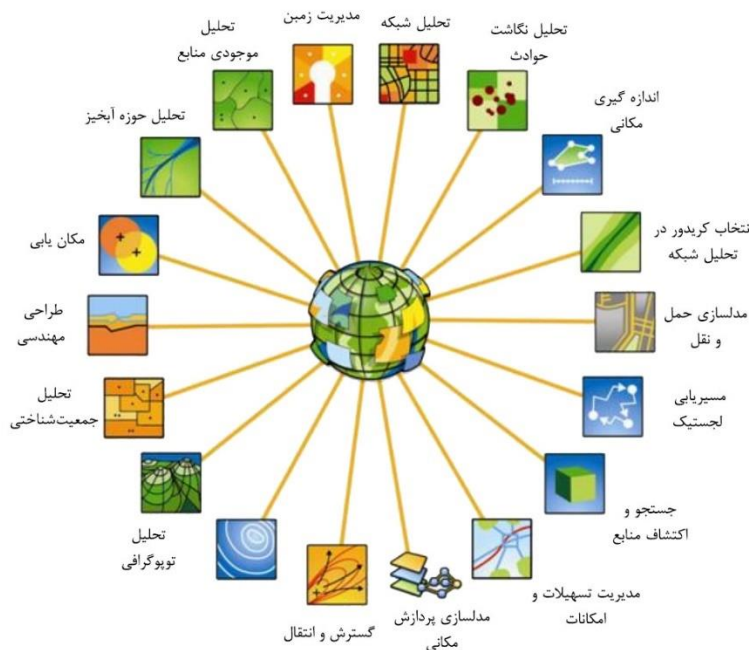
مقدمه

رشد شهری در هر کجا که باشد، به طور ذاتی با افزایش جمعیت و گسترش فعالیت‌های اجتماعی گوناگون مرتبط است. یکی از جنبه‌های اساسی توسعه جوامع، رشد جمعیت است که باید با برنامه‌ریزی شهری و شهرسازی برای جذب و ساماندهی مؤثر، با دقت هماهنگ شود (آگانبیاد و همکاران، ۲۰۱۲). در غیر این صورت، استفاده از زمین‌ها و تعیین کاربری آنها، اگر به صورت غیر اصولی و برنامه‌ریزی نشده اعمال شود، مجموعه بزرگی از مشکلاتی را ایجاد می‌کند که حل آنها نیاز به تلاش زیادی دارد و یکی از واضح‌ترین پیامدهای منفی، تراکم و ازدحام شهری تصادفی است. برنامه‌ریزی شهری با گذشته، حال و آینده هر جامعه شهری مرتبط است، به طوری که آن را برای محققان و متخصصان از اهمیت زیادی برخوردار می‌کند (لنس، ۲۰۲۲). اقتصاد، رفاه و توسعه جامعه همواره با برنامه‌ریزی شهری صحیح پیوند ناگسستنی دارد. این برنامه‌ریزی است که مسیر دستیابی به توسعه پایدار و عادلانه را هموار می‌سازد و چشم‌انداز صحیحی برای پیشرفت جامعه ترسیم می‌کند. در واقع، شکوفایی اقتصادی و رفاه اجتماعی تابعی از برنامه‌ریزی شهری اصولی است (سوفیانا و هاراهاپ، ۲۰۲۳). به دلیل اهمیت و ارتباط مستقیم برنامه‌ریزی شهری با جزئیات زندگی جوامع، راهکارها و تکنیک‌های مورد استفاده در آن روز به روز پیشرفته‌تر شده‌اند. این پیشرفت، پاسخی به حساسیت مأموریت برنامه‌ریزی شهری و نیاز مبرم به راه‌حل‌های کارآمدتر برای چالش‌های پیچیده زندگی شهری است (سوفیانا و هاراهاپ، ۲۰۲۳). هدف از تکامل راه‌حل‌ها در برنامه‌ریزی شهری، یافتن رویکردهای نوین و کارآمدتر است. این فرآیند پویا به منظور رفع کاستی‌ها

و معایب روش‌های پیشین و ارائه راهکارهایی بهبودیافته برای چالش‌های شهری صورت می‌گیرد. در واقع، این سلسله مراتب انتقالی به دنبال دستیابی به بهترین و بهینه‌ترین پاسخ‌ها برای نیازهای جوامع شهری است (سوفیانا و هاراهاپ، ۲۰۲۳). فناوری، راه‌حل‌ها، استراتژی‌ها و روش‌های نوینی را برای برنامه‌ریزی شهری ارائه کرده که منجر به دقت و سرعت بیشتر شده است. این پیشرفت، برنامه‌ریزان را با واقعیتی جدید روبرو ساخته که توانایی‌های عظیمی در اختیارشان قرار می‌دهد. آن‌ها اکنون می‌توانند اشتباهات ناشی از روش‌های کلاسیک را بهتر برطرف کنند و فرآیند برنامه‌ریزی را به طور چشمگیری بهبود بخشند. (هی و چن، ۲۰۲۴). با توجه به پیچیدگی‌ها و توسعه روزافزون در تمامی ابعاد زندگی و فعالیت‌های شهری، برنامه‌ریزی بدون استفاده از رایانه‌ها و سیستم‌های فناوری تخصصی تقریباً ناممکن شده است. دیگر نمی‌توان بدون اتکا به ابزارهای پیشرفته محاسباتی و تحلیلی، از عهده برنامه‌ریزی شهری کارآمد برآمد. فناوری اکنون جزئی جدایی‌ناپذیر از این فرآیند حیاتی است (هوانگ، ۲۰۲۴). سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی راهکارهای مهمی ارائه کرده‌اند که به روشنی پایان دوران روش‌های کلاسیک و پیچیده کاری را اعلام می‌کنند. اکنون، برنامه‌ریزان در برابر یک بستر فناوری قدرتمند قرار دارند که آن‌ها را قادر می‌سازد وظایف برنامه‌ریزی را با مزایای بی‌نظیری انجام دهند. این مزایا شامل توانایی برنامه‌ریزی مناطق وسیع، قابلیت بررسی دقیق، بازبینی و کشف خطاها، و امکان اجرای انواع مختلف برنامه‌ریزی برای انتخاب بهترین گزینه است. GIS دقت و کارایی را به اوج رسانده است (عطاء و همکاران، ۲۰۲۴). از نظر فنی، فناوری

مسیرهای رودخانه، مناطق میراثی، و شیب‌های تند. این عوامل تعیین‌کننده برنامه‌ریزی، که قبلاً پیچیده بودند، اکنون با GIS به آسانی قابل مدیریت هستند (سینجاری و کوسوراستی، ۲۰۱۵). شکل ۱ توابع کاربردی GIS را نشان می‌دهد.

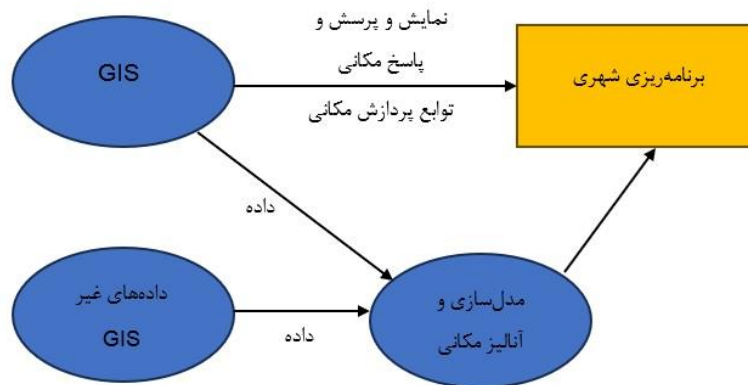
GIS محیط جدیدی را برای برنامه‌ریزی فراهم کرده است. این فناوری امکان پیوند داده‌های دیجیتال و بصری را فراهم می‌آورد و قادر است مجموعه‌ای وسیع از اطلاعات حیاتی را لایه‌بندی کند؛ اطلاعاتی نظیر خدمات زیرساختی، مسیرهای جاده‌ای، مرزهای مالکیت،



شکل ۱. توابع کاربردی GIS

فضایی دیدگاه‌های جدیدی به فرآیند تصمیم‌گیری می‌بخشد. این رویکرد با فراهم آوردن امکان بررسی عمیق روابط مکانی و الگوهای پنهان، به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا با بینشی جامع‌تر و دقیق‌تر، انتخاب‌های آگاهانه‌تری داشته باشند. این بینش تازه، کیفیت تصمیم‌گیری‌ها را به طور چشمگیری ارتقا می‌دهد (گرکوسیس، ۲۰۲۰). شکل ۲ نقش GIS را در برنامه‌ریزی شهری نشان می‌دهد.

GIS از نظریه مهم تحلیل فضایی پشتیبانی می‌کند. تحلیل فضایی به شما امکان می‌دهد مسائل پیچیده مرتبط با مکان را حل کنید، الگوها را بیابید، روندها را ارزیابی کنید و تصمیم‌گیری کنید. این قابلیت فراتر از صرف نقشه‌برداری است و به شما اجازه می‌دهد تا ویژگی‌های مکان‌ها و روابط میان آن‌ها را به دقت بررسی و مطالعه کنید، که برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های مکانی حیاتی است (آگوها و همکاران، ۲۰۲۴). تحلیل



شکل ۲. نقش GIS را در برنامه‌ریزی شهری

روش مرور

برای انجام این مطالعه مروری، از رویکردی نظام‌مند بهره گرفته شد تا مقالات علمی مرتبط با موضوع تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در برنامه‌ریزی شهری شناسایی، ارزیابی و تحلیل شوند. مراحل مرور شامل جستجوی منابع، اعمال معیارهای ورود و خروج، غربال‌گری، استخراج داده‌ها و تحلیل نهایی بوده است.

جستجوی منابع علمی در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر شامل Scopus، Web of Science، ScienceDirect، IEEE Xplore و Google Scholar انجام شد. جستجو در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۵ انجام گرفت تا تازه‌ترین رویکردها و پیشرفت‌ها در حوزه تلفیق GIS-BIM در زمینه‌های شهری پوشش داده شود.

راهبرد جستجو با استفاده از ترکیب واژگان کلیدی و عملگرهای بولی (AND, OR) طراحی شد. نمونه‌ای از عبارت‌های جستجو به شرح زیر است:

("GIS-BIM Integration" OR "BIM and GIS Fusion") AND ("Urban Planning"

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) ابزاری قدرتمند برای طراحی شهری است، زیرا می‌تواند داده‌ها را با شکل فیزیکی و مقررات برنامه‌ریزی شهری پیوند دهد. تجسم‌های^۴ BIM ابزاری مؤثر برای ارتباطات هستند و به بخش‌های دولتی و خصوصی یاری می‌رسانند. اما، BIM به تنهایی برای مدل‌سازی شهری در مقیاس وسیع عملی نیست؛ زیرا فاقد ابزارهای لازم برای ایجاد مناطق شهری بزرگ است. به همین دلیل، تلفیق GIS و BIM برای بهره‌برداری از ویژگی‌های منحصر به فرد هر دو فناوری و افزایش کارایی و توسعه راه‌حل‌ها، اهمیت بسزایی یافته است (الشیخ و همکاران، ۲۰۲۱). هدف اصلی این مقاله، بررسی گروه مهمی از تحقیقات و مقالات است. این بررسی با هدف توسعه راه‌حلهایی برای مشکلات و مثال‌های خاص در حوزه برنامه‌ریزی شهری صورت می‌گیرد. تمرکز ویژه بر تلفیق دو فناوری GIS و BIM است تا با بهره‌گیری از قابلیت‌های هر دو، راهکارهای کارآمدتر و جامع‌تری برای چالش‌های شهری ارائه شود. این پژوهش می‌کوشد تا نشان دهد چگونه ترکیب این ابزارها می‌تواند به بهبود فرایندهای برنامه‌ریزی کمک کند (کلانتری و اولسن، ۲۰۲۰).

⁴ visualizations

- حوزه کاربردی (برنامه‌ریزی شهری، زیرساخت‌ها، مدیریت منابع)
- مزایا، چالش‌ها و پیشنهادهای ارائه‌شده در هر مطالعه

بدنه اصلی مقاله

تلفیق GIS و BIM عصر جدیدی از کاربردهای متنوع را در حوزه برنامه‌ریزی شهری گشوده است. این تلفیق جنبه‌های متعددی را در بر می‌گیرد که مهمترین آن‌ها عبارتند از: حمل و نقل جاده‌ای، زیرساخت، بهره‌برداری از فضا، برنامه‌ریزی آینده، توسعه شهری، مدیریت مهندسی، مدیریت پسماند، تحلیل فضایی، و مدیریت مناطق باستان‌شناسی. این ترکیب قدرتمند به برنامه‌ریزان امکان می‌دهد تا با دیدی جامع‌تر و ابزارهایی کارآمدتر، به چالش‌های پیچیده شهری بپردازند و راه‌حل‌های بهینه‌تری ارائه دهند (پیراس و همکاران، ۲۰۲۴). GIS داده‌های توپولوژیکی زمین مرجع را فراهم می‌کند که قابلیت‌های مهمی چون تحلیل سه‌بعدی، تحلیل فضایی، و پرس‌وجوهای نظیر محاسبه فاصله، مسیر و تعیین مکان بهینه را ممکن می‌سازد. در مقابل، BIM این نوع تحلیل را ندارد، اما پایگاه داده‌ای دقیق از اطلاعات پارامتریک شیء‌گرا برای ساختمان‌ها ارائه می‌دهد و آن‌ها را در یک مدل سه‌بعدی نمایش می‌دهد، ویژگی‌ای که GIS فاقد آن است. بنابراین، ترکیب این دو فناوری امکان بهره‌برداری از مزایای منحصربه‌فرد هر یک را فراهم می‌آورد (بارازتی و بانفی، ۲۰۱۷) (البحیری، ۲۰۲۵).

تفاوت‌های متعددی بین BIM و GIS وجود دارد، از جمله مقیاس فضایی، سطح جزئیات، روش‌های نمایش هندسی، شیوه‌های ذخیره‌سازی و دسترسی، و

OR "City Development" OR "Smart Cities")

معادل‌های فارسی این کلیدواژه‌ها نیز برای جستجو در برخی منابع داخلی مورد استفاده قرار گرفتند.

معیارهای ورود:

- مقالات داوری‌شده علمی (peer-reviewed)
- مقالات منتشرشده به زبان انگلیسی
- مقالاتی که به بررسی تلفیق GIS و BIM در زمینه‌های مرتبط با برنامه‌ریزی شهری پرداخته‌اند
- بازه زمانی انتشار بین ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۴

معیارهای خروج:

- مقالات فاقد دسترسی به متن کامل
- پژوهش‌هایی که صرفاً به یکی از فناوری‌های GIS یا BIM بدون تلفیق آن‌ها پرداخته‌اند
- مقالات خارج از حیطه شهری (مثلاً کاربردهای صنعتی یا صرفاً معماری)

پس از حذف مقالات تکراری، در مرحله اول، عنوان و چکیده مقالات مرور شد. در مرحله دوم، متن کامل مقالات منتخب بررسی گردید. این فرآیند طبق چارچوب PRISMA انجام شد. در مجموع از میان بیش از ۸۰ مقاله شناسایی‌شده، در نهایت ۱۴ مقاله واجد شرایط برای تحلیل نهایی انتخاب گردید.

اطلاعات کلیدی از مقالات انتخاب‌شده شامل موارد زیر استخراج شد:

- سال انتشار
- کشور یا منطقه مطالعه
- هدف پژوهش
- نوع روش ادغام GIS و BIM سطح، ابزار، پروتکل

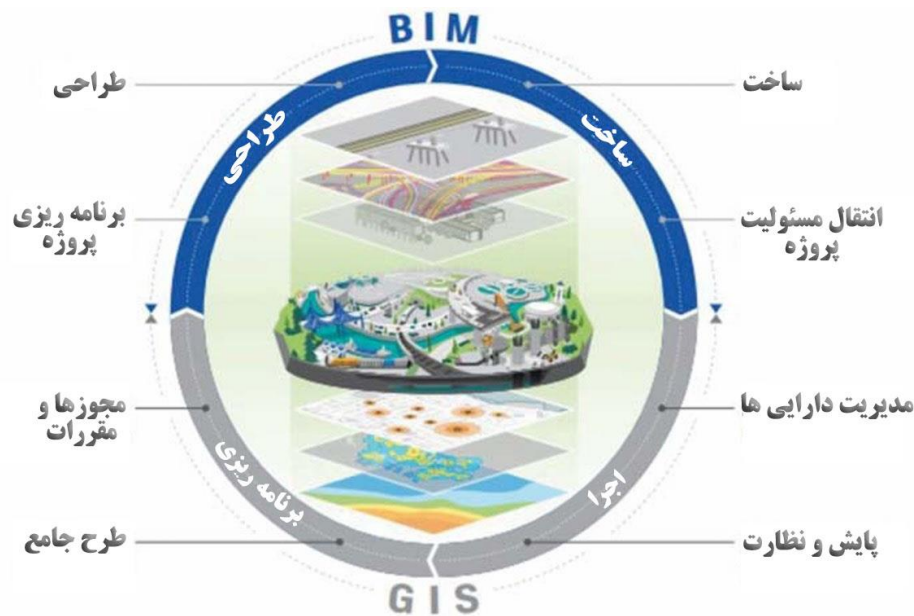
ناسازگاری‌های معنایی. با این حال، تلفیق BIM با GIS از برنامه‌های کاربردی در مقیاس‌های بزرگتر مانند یک منطقه شهری پشتیبانی می‌کند. در این حالت، ساختمان‌ها، شبکه‌های جاده‌ای، یا تأسیسات زیرزمینی همگی به هم متصل شده و برای تحلیل‌های جامع مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ترکیب، امکان تحلیل کلان‌شهری را با جزئیات سازه‌ای فراهم می‌آورد (لیو و همکاران، ۲۰۱۷). در مدیریت برنامه پروژه‌های بزرگ نوسازی شهری، اطلاعات برنامه با توسعه گسترش معنایی از BIM به نام UIM (مدل‌سازی اطلاعات شهری) از طریق GIS توسعه یافت، یک پلتفرم مدیریت تسهیلات، به دامنه گسترده‌تری از مدیریت عناصر شهری مانند عناصر پروکسی شهری^۵، شبکه‌ها و ساختمان‌ها گسترش یافت و به مدیران تسهیلات اجازه می‌دهد تا از فعالیت‌ها در کل چرخه عمر یک محیط شهری در یک زمینه مشارکتی پشتیبانی کنند (ژئو و همکاران، ۲۰۲۱) (هوول و همکاران، ۲۰۱۷). شکل ۳ چرخه یکپارچه‌سازی GIS

و BIM را نشان می‌دهد. این یکپارچه‌سازی، امکان دسترسی به محتوای دنیای واقعی و محیط موجود را فراهم می‌آورد. این داده‌ها برای ارزیابی و اکتشاف در اختیار طراحان و مهندسان قرار می‌گیرد. با استفاده از این اطلاعات جامع، متخصصان می‌توانند تحلیل‌های دقیق‌تری انجام داده و تصمیمات بهتری برای طراحی و توسعه بگیرند. در واقع، این هم‌افزایی بستری غنی برای نوآوری و بهبود فرآیندهای طراحی ایجاد می‌کند (هووا و همکاران، ۲۰۲۵) (پدو و همکاران، ۲۰۲۵). داده‌های دیجیتال و فراداده‌ها که با تکنیک‌های متنوعی قابل دسترس هستند، امکان ساخت مدل‌های دقیق را فراهم می‌کنند. این مدل‌ها می‌توانند برای بهبود عملیات و حفظ تحلیل در مقیاس‌های بزرگتر به کار روند. با استفاده از این اطلاعات غنی، می‌توان تصمیمات بهتری گرفت و کارایی پروژه‌ها را در سطوح مختلف، از جزئی تا کلان، افزایش داد (بریونینگ و همکاران، ۲۰۲۰) (پلدن و همکاران، ۲۰۲۵).

⁵ Urban Proxy Elements

عناصر پروکسی شهری مفهومی در مطالعات شهری و طراحی شهری است که به عناصر یا مؤلفه‌هایی اشاره دارد که به صورت غیرمستقیم و نمادین نمایانگر وضعیت‌ها، نیروها یا ساختارهای پنهان در شهر هستند. در واقع، این عناصر به‌طور مستقیم خود عامل اصلی نیستند، بلکه نماینده یا

نشانه‌ای از یک عامل، پدیده یا وضعیت بزرگ‌تر و عمیق‌تر در ساختار شهر هستند. همانند: زیرساخت‌ها و شبکه‌ها، معماری خاص یا بناهای نمادین، فضاهای عمومی یا خالی (مانند میدان‌ها یا زمین‌های رهاشده)، مرزهای نامرئی (مانند نواحی طبقاتی، مذهبی یا قومیتی در شهر) و...



شکل ۳. چرخه یکپارچه سازی BIM و GIS

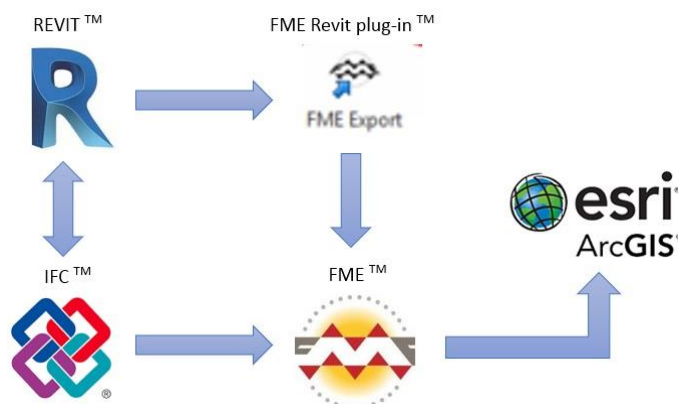
نوع ساختمان‌ها، از قابلیت‌های GIS و BIM بهره می‌برد. ایده‌های مطرح شده بر پایه تلفیق BIM و GIS هستند تا مشکلات مربوط به این پروژه‌ها را مرتفع سازند. مدل پیشنهادی شامل برنامه‌ریزی تمامی مراحل پروژه است؛ از نحوه تحویل مصالح به سایت، سازماندهی ترافیک و تأثیر آن بر محله، تا بحث در مورد تمام مراحل کار با بالاترین سطح ایمنی. این مدل به پیش‌بینی مشکلات قبل از وقوع آن‌ها کمک کرده و امکان انتخاب گزینه‌های بهتر را فراهم می‌آورد. (حر و همکاران، ۲۰۱۸)، یکی از حیاتی‌ترین کاربردهای تلفیق GIS و BIM که پیوند آن‌ها با فناوری شبکه و وب است، ارائه کرده است. این مقاله روشی سیستماتیک و تولید یک مدل وب هوشمند برای تحرک شهری را معرفی می‌کند. مدل داده‌ای که در هر دو فناوری ارائه می‌شود، به متخصصان این امکان را می‌دهد تا از طیف گسترده‌ای از روش‌ها و شیوه‌های نمایش و تحلیل داده‌ها بهره‌مند شوند. به طور خاص، این روش شامل یک مدل داده گراف جامع، تحلیل داده‌ها، تحلیل فضایی، و قابلیت‌های

(لی و هوانگ، ۲۰۲۴)، یک سیستم پردیس دانشگاهی هوشمند مبتنی بر GIS و BIM برای ایجاد یک مدل هوشمند معرفی کرده است. در این سیستم، داده‌های GIS به عنوان بستر اصلی برای مدل‌سازی اطلاعات ساخت و ساز جدید به کار می‌روند. با استفاده از فناوری‌های GIS و BIM، راه‌حل‌هایی برای برنامه‌ریزی آینده دانشگاه که نوعی برنامه‌ریزی شهری محسوب می‌شود، از طریق تولید یک مدل دیجیتالی جامع از دانشگاه ارائه شده است. این مدل پیشنهادی با هدف بهبود و تصور آینده، بهره‌برداری بهینه از فضاها موجود، ارائه گزینه‌های متعدد برای انتخاب بهترین، و ایجاد یک پایگاه داده دیجیتالی کامل از اطلاعات مکانی و بصری برای یاری رساندن به تصمیم‌گیرندگان طراحی شده است. (اویانگ و دو، ۲۰۱۸)، با توجه به گرایش جهانی به ساخت‌وساز عمودی و چالش‌های مدیریتی و ایمنی پروژه‌های بلندمرتبه، یک رویکرد برنامه‌ریزی و طراحی مشارکتی ارائه کرده است. این رویکرد با هدف تسهیل فرایندهای برنامه‌ریزی، مدیریت پروژه و طراحی در این

تلفیق BIM و GIS برای پشتیبانی از مدیریت انبوه ساختمان‌ها و ایجاد یک پروتکل کارآمد BIM و 3D GIS استفاده می‌شود. هدف این است که فرآیندهای دقیق بررسی بهینه‌سازی و دیجیتالی شوند تا به مدیریت صحیح در این نوع پروژه‌ها دست یابیم. همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است، این روش شامل دو مرحله مهم است. مرحله اول، فرآیند مدل‌سازی برای ساختمان‌ها است. در این مرحله، یک مدل اطلاعاتی جامع ایجاد می‌شود که می‌تواند تمام جزئیات مربوط به پروژه، از جمله مواد مورد استفاده، اندازه‌گیری‌ها، طرح‌ها، یادداشت‌ها و هر آنچه قابل مستندسازی است را ثبت کند. مرحله دوم، شامل انتقال داده‌ها از BIM به 3D GIS است. خروجی‌های نهایی این روش پیشنهادی، راهکاری جامع برای مدیریت و مستندسازی تمام جنبه‌های پروژه ارائه می‌دهد. این امکان برای بررسی‌های دوره‌ای، مقایسه بین اجرای واقعی و برنامه‌ریزی، و اصلاح انحرافات فراهم می‌شود. همچنین، یک محیط فنی-تجاری نیز در این مقاله معرفی شده است تا قابلیت‌های تلفیق در ایجاد برنامه‌های وب یا هوشمند برای مدیریت مجموعه‌های بزرگ ساختمان‌ها و حوزه املاک و مستغلات را به نمایش بگذارد.

داده‌کاوی با استفاده از پلتفرم پایگاه داده گراف یکپارچه است. این رویکرد به تصمیم‌گیرندگان اجازه می‌دهد تا با استفاده از ابزارهای پیشرفته، درک عمیق‌تری از داده‌های شهری پیدا کرده و تصمیمات بهتری در حوزه تحرک شهری اتخاذ کنند.

(هووا و همکاران، ۲۰۲۵) و (وی و همکاران، ۲۰۲۵)، یک روش علمی برای طراحی، پیاده‌سازی، ساخت و آزمایش پلی برای حمل‌ونقل عمومی ارائه کرده‌اند. برای این منظور، دو مدل توسعه یافت: مدل اول به بررسی الزامات پروژه، ارزیابی وضعیت سازه (تخریبی و غیرتخریبی) و تعیین ظرفیت باربری اختصاص داشت. مدل دوم به تحلیل ترافیک روی پل می‌پرداخت. فناوری BIM پشتیبانی کاملی برای این نوع پروژه‌ها ارائه می‌دهد، اما نیاز به تحلیل‌های فضایی و داده‌های مکانی و جغرافیایی که توسط GIS فراهم می‌شود، منجر به اتخاذ مدل‌های یکپارچه در این مقاله شد. این تلفیق به ما این امکان می‌دهد تا از قابلیت‌های منحصر به فرد هر دو فناوری بهره‌برداری کنیم و راه‌حل‌های جامع‌تری برای چالش‌های مهندسی و ترافیکی ارائه دهیم. (ژائو و همکاران، ۲۰۲۲)، یک روش برای مدیریت پروژه در کارگاه‌های ساختمانی بزرگ (پروژه‌های کلان) ارائه کرده است. در این روش، از



شکل ۴. فلوچارت 3D-GIS و BIM ارائه شده در (ژائو و همکاران، ۲۰۲۲)

مدل پیشنهادی با هدف افزایش سطح کارایی در مدیریت فضاها، کشف و تصحیح برخوردهای مدیریتی، مدیریت کامل حمل و نقل و سیستم‌های مختلف آن، مدل‌سازی واقعیت و تجسم آینده، تجزیه و تحلیل نورپردازی، و مطالعه جنبه‌های نامشخص پروژه با امکان بهبود آن‌ها طراحی شده است. این رویکرد جامع، امکان مدیریت دقیق‌تر و هوشمندانه‌تر این نوع دارایی‌های ارزشمند را فراهم می‌آورد.

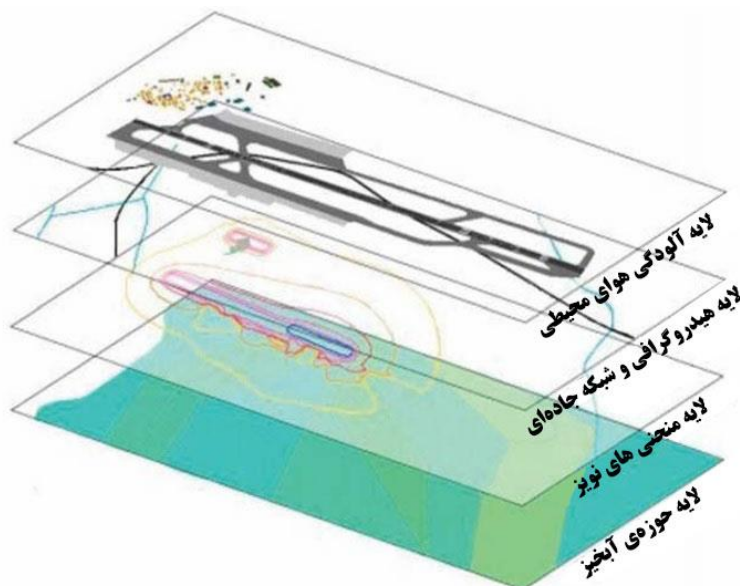
(کورتو و همکاران، ۲۰۱۹) رویکردی را برای فرآیند تصمیم‌گیری فنی-زیست‌محیطی در طراحی زیرساخت‌های حمل و نقل ارائه می‌دهد. این رویکرد از تلفیق برای ارائه قابلیت‌های کارتوگرافی، تحلیل فضایی، تحلیلی و همچنین مدیریت حجم وسیعی از داده‌ها در طراحی زیرساخت‌های تحول‌آفرین بهره می‌برد. این روش شامل چندین مرحله کلیدی است: ابتدا، ارزیابی قابلیت‌ها صورت می‌گیرد. سپس، راه‌حل‌های مبتنی بر GIS برای پیاده‌سازی استانداردهای زیست‌محیطی ارائه می‌شود و همچنین رویکرد پیشنهادی با قوانین و استانداردهای کاربرد BIM مطابقت داده می‌شود. این تلفیق فرصت و امکان لازم را برای مدیریت فرآیند ایجاد و توسعه زیرساخت‌های مهم برای سیستم‌های حمل و نقل مختلف فراهم می‌کند. این وظایف شامل مراحل حساسی است که هرگونه خطا در آن‌ها می‌تواند به نتایج فاجعه‌بار اقتصادی یا اجتماعی منجر شود. این رویکرد همچنین دید کاملی از سیستم ارائه می‌دهد و حجم زیادی از داده‌ها را به طور سیستماتیک ذخیره می‌کند. GIS علاوه بر این، ابزارهای تحلیل فضایی و فایل‌های گرافیکی را برای تحلیل‌های سیستماتیک مورد استفاده در سیستم‌های حمل و نقل فراهم می‌کند. در این روش، مدل

(شکاندالوف و ویلیوتینه، ۲۰۱۹)، رویکردی را برای گسترش امکانات تلفیق محیط‌های BIM، GIS و وب ارائه کرده است تا کارایی مدیریت فضای ساختمان را افزایش دهد. رویکرد پیشنهادی بر پایه طراحی مجدد مدل BIM با منطق WebGL استوار است و شامل چهار مرحله کلیدی می‌شود: ۱- تعیین روابط مدل، ۲- یافتن مختصات همبسته اشیاء، ۳- ایجاد روابط اشیاء، و ۴- محاسبه مجدد مختصات محیط WebGL. این رویکرد طیف وسیعی از فرصت‌ها را برای کار با مدل BIM در محیط وب فراهم می‌کند و امکان پیاده‌سازی حداکثر میزان تجزیه و تحلیل مبتنی بر موقعیت و پارامترهای شیء را می‌دهد. نیاز به تحلیل فضایی، کار با نقشه‌ها و ایجاد لایه‌های متعدد خدمات، فناوری GIS را به ارائه راه‌حلی برای این نوع روش‌شناسی سوق می‌دهد. در نتیجه، این تلفیق نه تنها دسترسی و نمایش اطلاعات ساختمان را بهبود می‌بخشد، بلکه قابلیت‌های تحلیلی قوی‌تری را نیز فراهم می‌آورد که برای مدیریت بهینه فضاها، شهری و ساختمانی ضروری است.

(آکین و همکاران، ۲۰۲۲)، راه‌حلی را برای مدیریت بناهای تاریخی، باستان‌شناسی، میراثی و ساختمان‌های با اهمیت یا ارزش فضایی، مانند طرح مدیریت حفاظت از یک میراث معماری قرن بیستم، ارائه کرده است. رویکرد مطرح‌شده بر پایه محیط‌های وب و BIM استوار است که تکنیک‌های تحلیل بسیاری را بر اساس مختصات موقعیت شیء فراهم می‌کند. این مختصات همبسته، مکانیزمی کارآمد برای معماران، بهره‌برداران ساختمان و مدیران فعالیت‌ها ارائه می‌دهد. مدل مورد استفاده در این مقاله، BIM و GIS را در زمینه مدیریت ساختمان و تمامی تأسیسات مختلف مرتبط با آن ترکیب کرده است.

این همپوشانی به درک جامع تر و تصمیم‌گیری دقیق‌تر کمک می‌کند. شکل ۵ مدل ارائه شده در (کالوی و همکاران، ۲۰۲۰) را نشان می‌دهد.

نهایی از همپوشانی چهار لایه کلیدی به دست آمد: لایه آلودگی هوای محیطی، لایه هیدروگرافی و شبکه جاده‌ای، لایه منحنی‌های نوبز، و لایه حوضه‌ی آبخیز.



شکل ۵. لایه‌های استفاده شده در مدل ارائه شده در (کالوی و همکاران، ۲۰۲۰)

گزینه‌های موجود را به دقت مطالعه کرده و بهترین را انتخاب کنند. این رویکرد همچنین انعطاف‌پذیری لازم برای تغییر در هر مرحله را فراهم می‌آورد، با توجه به واقعیت کار و روندها و متغیرهای محیطی. این امر بهینه‌سازی فرآیندهای مدیریت و تصمیم‌گیری را در پروژه‌های پیچیده مهندسی تضمین می‌کند.

(زبیر و همکاران، ۲۰۲۴) رویکردی را در زمینه ایمنی زیست‌محیطی ساخت‌وساز ارائه می‌دهد. هدف این است که امکان تضمین ساخت‌وساز ایمن از منظر زیست‌محیطی بررسی شود و جنبه‌های کلیدی تلفیق فناوری‌هایی توضیح داده شود که برای حل وظایف مدیریتی مختلف به کار می‌روند. این وظایف شامل مدیریت نیروی انسانی، تأسیسات و منابع مادی در محل ساخت‌وساز، تضمین کیفیت کار و سایر جنبه‌های مرتبط است. این رویکرد با بهره‌گیری از هم‌افزایی داده‌ها و

(ژو و همکاران، ۲۰۲۱) به کاربرد تلفیق GIS و BIM برای مدیریت پل‌ها بر پایه وب GIS می‌پردازد. روش ارائه شده شامل مراحل متعددی است، از جمله طراحی معماری، کاربردهای مهندسی، مدیریت ساخت‌وساز، و تحلیل فضایی. این هم‌افزایی یک فرآیند فناوری امیدوارکننده برای مدیریت حوزه ساخت‌وساز و مدل‌سازی سه‌بعدی در زمینه‌های حیاتی مهمی مانند شهرهای هوشمند، ساختمان‌های سبز و پروژه‌های کلان‌داده فراهم می‌آورد. روش ارائه شده در این مقاله، نحوه بهره‌برداری از تنوع فایل‌های گرافیکی که فناوری GIS با آن‌ها سروکار دارد و همچنین توانایی مدیریت سیستم‌های مختصات مختلف و انتقال بین آن‌ها را در یک بستر فناوری واحد بررسی می‌کند. هدف این است که قابلیت‌ها افزایش یابد و تصمیم‌گیرندگان قادر شوند با تکیه بر محیط هوشمند ارائه شده توسط این یکپارچگی،

ابزارهای تحلیلی، به مدیران پروژه امکان می‌دهد تا ریسک‌های زیست‌محیطی را شناسایی و کاهش دهند. با استفاده از این سیستم، می‌توان جریان مواد و پسماندها را بهینه کرد، مصرف انرژی را مدیریت نمود و تأثیرات کلی پروژه بر محیط زیست را به حداقل رساند. این امر نه تنها به رعایت استانداردها و مقررات کمک می‌کند، بلکه به افزایش کارایی و کاهش هزینه‌های عملیاتی نیز منجر می‌شود. در نهایت، هدف ایجاد یک محیط ساخت‌وساز است که هم از نظر اقتصادی پایدار باشد و هم کمترین آسیب را به محیط زیست وارد کند.

از مقالات علمی بررسی شده، می‌توان تنوع آشکار کاربردهای تلفیق GIS و BIM در برنامه‌ریزی شهری را دریافت. برخی از این کاربردها شامل ایجاد مدل‌هایی برای فعالیت‌های تجاری، آموزشی، مسکونی و غیره بود. این تلفیق قابلیت‌های ارزشمندی برای تقویت مفهوم برنامه‌ریزی و مدیریت مهندسی در فلسفه برنامه‌ریزی شهری، از جمله انتخاب سایت یا برنامه‌ریزی استراتژیک شهری، فراهم می‌کند. این نشان می‌دهد که چگونه ترکیب این دو فناوری می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های هوشمندتر و کارآمدتر در توسعه شهری کمک کند. (لی و هوانگ، ۲۰۲۴) (اویانگ و دو، ۲۰۱۸) (ژائو و همکاران، ۲۰۲۲) (شکاندالوف و ویلیوتینه، ۲۰۱۹). همچنین، قابل توجه است که برخی از مطالعات بر بعد فناوری و رابطه نزدیک این تلفیق BIM و GIS با علم شبکه تمرکز شده‌اند. هدف این است که خدمات وب ارائه شود که از تصمیم‌گیرندگان، اعم از مهندسان و متخصصان، برای طراحی و مدیریت طرح‌های جامع پشتیبانی می‌کند. این

رویکرد امکان دسترسی و تحلیل داده‌ها را به صورت آنلاین فراهم می‌آورد و همکاری بین ذینفعان را بهبود می‌بخشد. (حر و همکاران، ۲۰۱۸) (هووا و همکاران، ۲۰۲۵). نوع دیگری از مقالات بررسی شده، شامل برنامه‌هایی است که با خدمات دارای گستره جغرافیایی وسیع سروکار دارند و محدود به یک مکان کوچک نیستند. این مقالات به چگونگی بهره‌مندی از تلفیق BIM و GIS در این زمینه‌ها می‌پردازند، به عنوان مثال در حوزه‌هایی مانند ترافیک و حمل‌ونقل، توزیع خدمات بهداشتی، و شبکه‌های برق. این نشان می‌دهد که چگونه ترکیب این فناوری‌ها می‌تواند به مدیریت بهینه زیرساخت‌ها و خدمات در مقیاس‌های شهری و منطقه‌ای کمک کند. (وی و همکاران، ۲۰۲۱) (هووا و همکاران، ۲۰۲۵) (شکاندالوف و ویلیوتینه، ۲۰۱۹) (آکین و همکاران، ۲۰۲۲) (کورتو و همکاران، ۲۰۱۹) (کالوی و همکاران، ۲۰۲۰). نوع دیگری از مقالات، بر اهمیت تلفیق BIM و GIS در برنامه‌ریزی شهری آینده و همچنین پیش‌بینی رشد و نحوه برنامه‌ریزی برای آن تأکید دارد. این رویکرد به ما کمک می‌کند تا با دیدی جامع‌تر، روندهای توسعه شهری را تحلیل کرده و راهکارهای مناسبی برای مدیریت رشد جمعیت و گسترش زیرساخت‌ها در آینده ارائه دهیم. این موضوع برای تضمین پایداری و کارایی شهرها در بلندمدت حیاتی است. (ژو و همکاران، ۲۰۲۱) (زبیر و همکاران، ۲۰۲۴). جدول ۱ چهار نوع کاربرد تلفیق در برنامه‌ریزی شهری و طبقه‌بندی مقالات بررسی شده بر اساس آنها را نشان می‌دهد.

جدول ۱. کاربردهای تلفیق GIS و BIM در برنامه ریزی شهری

کاربردهای تلفیق برنامه ریزی شهری	منابع
۱. برنامه ریزی راهبردی شهری (انتخاب سایت)	(لی و هوانگ، ۲۰۲۴) (اویانگ و دو، ۲۰۱۸) (ژائو و همکاران، ۲۰۲۲) (شکاندالوف و ویلیوتینه، ۲۰۱۹)
۲. طرح جامع	(حر و همکاران، ۲۰۱۸) (هووا و همکاران، ۲۰۲۵)
۳. کاربری زمین در مقیاس بزرگ	(وی و همکاران، ۲۰۲۱) (هووا و همکاران، ۲۰۲۵) (شکاندالوف و ویلیوتینه، ۲۰۱۹) (آکین و همکاران، ۲۰۲۲) (کورتو و همکاران، ۲۰۱۹) (کالوی و همکاران، ۲۰۲۰)
۴. برنامه ریزی آینده	(ژو و همکاران، ۲۰۲۱) (زبیر و همکاران، ۲۰۲۴)

بحث و نتیجه گیری

این مقاله به جزئیات مهمی در رابطه با روش علمی و فلسفه تلفیق GIS و BIM می پردازد. همچنین، جنبه های مثبت و مهمترین مزایایی که این هم افزایی می تواند به ارمغان آورد، بررسی شده است؛ مزایایی که این دو فناوری مهم را در حوزه برنامه ریزی شهری تکمیل می کنند. بنابراین، اهمیت نقش ایفا شده توسط این نوع فناوری ها و کاربردهای مختلف آن ها در بهبود زندگی و ارتقای دیدگاه برنامه ریزان و تصمیم گیرندگان به وضوح روشن شد. به عبارت ساده، امکان دید کلی که می توان از این تلفیق به دست آورد، به دستیابی به تکنیک های برنامه ریزی شهری امیدوارکننده برای حال و آینده هر منطقه منجر می شود، که انعطاف پذیری بالا و پتانسیل

عظیمی را برای متخصصان این زمینه فراهم می کند. در آینده، ساختمان های قدیمی در مراکز شهرها باید بیشتر تخریب یا نوسازی شوند تا شهرها بتوانند با رشد جمعیت و شهرنشینی مقابله کنند. سایت های ساخت و ساز منبع سر و صدا و آلودگی هستند و مشکلات ترافیکی عمده ای را ایجاد می کنند که مانع تحرک می شوند. بنابراین، ساخت و ساز باید سریع تر انجام شود. این امر نیاز به داده های بهتری در مورد سایت ساختمان به عنوان مبنایی برای برنامه ریزی و ساخت کارآمدتر دارد، و تمام این ویژگی ها را می توان با تلفیق GIS و BIM ارائه داد. این ترکیب، ابزاری قدرتمند برای مواجهه با چالش های شهری آینده و ایجاد محیط های زندگی بهتر است.

منابع

- Agoha, C., Armstrong, A., Onwubuariri, C., Mgbeojedo, T., Obiageri, N., Akiang, F., & Epuerie, E. (2024). Review of Spatial Analysis as a Geographic Information Management Tool. *American Journal of Engineering and Technology Management*, 9, 8–20. <https://doi.org/10.11648/j.ajetm.20240901.12>
- Agunbiade, M. E., Abbas, R., & and Bennett, R. (2012). The dynamics of city growth and the impact on urban land policies in developing countries. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 4(2), 146–165. <https://doi.org/10.1080/19463138.2012.694818>
- Akin, S., Gursel Dino, I., & Savas, A. (2022). Heritage Building Information Modelling for the Conservation of 20th Century Modernist Architecture. *METU Journal of the Faculty of Architecture*. <https://doi.org/10.4305/METU.JFA.2022.1.1>
- Attah, R., Garba, B., Gil-Ozoudeh, I., & Iwuanyanwu, O. (2024). Leveraging geographic information systems and data analytics for enhanced public sector decision-making and urban planning. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 12, 152–163. <https://doi.org/10.30574/msarr.2024.12.2.0191>
- Barazzetti, L., & Banfi, F. (2017). BIM AND GIS: WHEN PARAMETRIC MODELING MEETS GEOSPATIAL DATA. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, IV-5/W1, 1–8. <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-5-W1-1-2017>
- Breunig, M., Bradley, P. E., Jahn, M., Kuper, P., Mazroob, N., Rösch, N., Al-Doori, M., Stefanakis, E., & Jadidi, M. (2020). Geospatial Data Management Research: Progress and Future Directions. In *ISPRS International Journal of Geo-Information* (Vol. 9, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/ijgi9020095>
- Calvi, A., D'Amico, F., Schiattarella, E., Prete, M., & Veraldi, V. (2020). BIM and GIS Data Integration: A Novel Approach Of Technical/Environmental Decision-Making Process In Transport Infrastructure Design. *Transportation Research Procedia*, 45, 803–810. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.090>
- Curto, D., Garzulino, A., Allegratti, F., & Mazza, S. (2019). GIS OR BIM? A COMPARISON APPLIED TO THE CONSERVATION MANAGEMENT PLAN OF A 20th CENTURY ARCHITECTURAL HERITAGE. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W15, 365–372. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-365-2019>
- ElBeheiry, D. M. (2025). An Integrated BIM and GIS Framework for Sustainable Urban Planning. *JES. Journal of Engineering Sciences*, 53(3), 270–287. <https://doi.org/10.21608/jesaun.2025.358173.1422>
- Elsheikh, A., Alzamili, H., Al-Zayadi, S., & Shadhan, A. (2021). Integration of GIS and BIM in Urban Planning -A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1090, 12128. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1090/1/012128>
- Grekousis, G. (Ed.). (2020). Think Spatially: Basic Concepts of Spatial Analysis and Space Conceptualization. In *Spatial Analysis Methods and Practice: Describe – Explore – Explain through GIS* (pp. 1–58). Cambridge University Press. <https://doi.org/DOI: 10.1017/9781108614528.002>
- He, W., & Chen, M. (2024). Advancing Urban Life: A Systematic Review of Emerging Technologies and Artificial Intelligence in Urban Design and Planning. *Buildings*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/buildings14030835>
- Hoa, T. Van, Nguyen, T. N. M., Phuc, L. Van, & Phuong, N. C. (2025). Integration of BIM and GIS for managing infrastructure project: a case study of the 3/2 street in Kien Giang, Vietnam. *Transportation Research Procedia*, 85, 150–157. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2025.03.145>
- Hor, A.-H., Sohn, G., Claudio, P., Jadidi, M., & Afhan, A. (2018). A SEMANTIC GRAPH DATABASE FOR BIM-GIS INTEGRATED INFORMATION MODEL FOR AN INTELLIGENT URBAN MOBILITY WEB APPLICATION. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, IV-4, 89–96. <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-4-89-2018>
- Howell, S., Rezgui, Y., & Beach, T. (2017). Integrating building and urban semantics to empower smart water solutions. *Automation in Construction*, 81, 434–448. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.02.004>
- Huang, X. (2024). Computational urban science needs to go beyond computational. *Computational Urban Science*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.1007/s43762-024-00130-4>
- Kalantari, M., & and Olsen, M. J. (2020). Nexus of BIM and GIS: integrating building and geospatial data. *Journal of Spatial Science*, 65(2), 191–192. <https://doi.org/10.1080/14498596.2020.1745374>
- Lens, M. C. (2022). Zoning, Land Use, and the Reproduction of Urban Inequality. *Annual Review of Sociology*, 48(Volume 48, 2022), 421–439. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev-soc->

030420-122027

- Li, Y., & Huang, Y. (2024). Research on the Integration of BIM and GIS in Smart Campus Environments. *Applied Science and Innovative Research*, 8(3), 52–68.
- Liu, X., Wang, X., Wright, G., Cheng, J. C. P., Li, X., & Liu, R. (2017). A State-of-the-Art Review on the Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS). In *ISPRS International Journal of Geo-Information* (Vol. 6, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/ijgi6020053>
- Ouyang, F., & Du, X. (2018). *Collaborative Planning and Design of High-rise Buildings Based on BIM and GIS*. <https://doi.org/10.2991/ifeesm-17.2018.333>
- Pedó, B., Tezel, A., Goethals, D., Koskela, L., Leaver, M., Victory, A., Vrabie, E., & Bocian, E. (2023). *BIM and GIS integration: lessons learned from multiple case studies*. <https://doi.org/10.35490/EC3.2023.248>
- Pelden, S., Saeed, B., Saeed Reza, M., Mehrdad, A., & Kalantari, M. (2025). Enhancing infrastructure planning and design through BIM-GIS integration. *Structure and Infrastructure Engineering*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/15732479.2025.2461629>
- Piras, G., Muzi, F., & Zylka, C. (2024). Integration of BIM and GIS for the Digitization of the Built Environment. In *Applied Sciences* (Vol. 14, Issue 23). <https://doi.org/10.3390/app142311171>
- Shkundalov, D., & Vilutienė, T. (2019). *A new approach for extending the possibilities of collaboration between BIM, GIS and Web environments to increase the efficiency of building space management*. <https://doi.org/10.3846/mbmst.2019.057>
- Sinjari, S., & Kosovrasti, A. (2015). Geographic Information Systems (GIS) in Urban Planning. *European Journal of Interdisciplinary Studies*, 1, 85. <https://doi.org/10.26417/ejis.v1i1.p85-92>
- Sopiana, Y., & Harahap, M. A. K. (2023). Sustainable urban planning: A holistic approach to balancing environmental conservation, economic development, and social well-being. *West Science Interdisciplinary Studies*, 1(2), 43–53. <https://doi.org/10.58812/wsis.v1i2.87>
- Wei, J., Chen, G., Huang, J., Xu, L., Yang, Y., Wang, J., & Sadick, A.-M. (2021). BIM and GIS Applications in Bridge Projects: A Critical Review. In *Applied Sciences* (Vol. 11, Issue 13). <https://doi.org/10.3390/app11136207>
- Xue, F., Wu, L., & Lu, W. (2021). Semantic enrichment of building and city information models: A ten-year review. *Advanced Engineering Informatics*, 47, 101245. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101245>
- Zhao, L., Mbachu, J. I. C., & Liu, Z. (2022). Developing an Integrated BIM+GIS Web-Based Platform for a Mega Construction Project. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 26(4), 1505–1521. <https://doi.org/10.1007/s12205-022-0251-x>
- Zhu, J., Yi, T., Xiangyu, W., & and Wu, P. (2021). BIM/GIS integration for web GIS-based bridge management. *Annals of GIS*, 27(1), 99–109. <https://doi.org/10.1080/19475683.2020.1743355>
- Zubair, M. U., Ali, M., Khan, M. A., Khan, A., Hassan, M. U., & Tanoli, W. A. (2024). BIM- and GIS-Based Life-Cycle-Assessment Framework for Enhancing Eco Efficiency and Sustainability in the Construction Sector. In *Buildings* (Vol. 14, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/buildings14020360>

Integrating GIS and BIM for Enhanced Urban Planning: A Review of Recent Advancements

Abstract

Urban planning is a critical research domain profoundly impacting daily life. Geographic Information Systems (GIS) and Building Information Modeling (BIM) have emerged as pivotal tools due to their unique capabilities. However, each system has inherent limitations. To overcome these, the integration of GIS and BIM is a key innovative approach, enabling the simultaneous leveraging of both systems' advantages to enhance urban planning processes. This paper reviews recent studies on combining GIS and BIM in urban planning. The research indicates that this integration significantly improves decision-making across various planning levels, including strategic planning, optimal site selection, land use analysis, comprehensive urban plan preparation, and future visioning. Findings consistently underscore the growing importance of integrated GIS and BIM for sustainable urban development. Urban growth, linked to population increase and social activities, necessitates careful planning coordination. Improper land use can lead to significant urban problems. Urban planning is vital for economic prosperity and sustainable development. Modern urban planning increasingly relies on advanced technologies like GIS and BIM for enhanced accuracy and speed, making traditional approaches inefficient. GIS offers powerful tools for large-area planning, detailed reviews, error detection, and diverse planning options, maximizing accuracy and efficiency. Technically, GIS facilitates linking digital and visual data, layering critical information such as infrastructure, road networks, and property boundaries. It supports spatial analysis, crucial for resolving location-based problems, identifying patterns, and making informed decisions. BIM is a robust tool for urban design, linking data with physical forms and planning regulations. Its visualizations effectively communicate designs. However, BIM alone is impractical for large-scale urban modeling due to lacking comprehensive wide-area creation tools. Therefore, integrating GIS and BIM is essential to harness their combined strengths, fostering innovation and providing crucial real-world context for effective design and analysis at larger scales.

Keywords: Building Information Modelling, Geographic Information System, Urban Planning.