



ارزیابی زمینه های کاربرد یکپارچه BIM و GIS در مدیریت منابع آب

مهدی ملازاده^{۱*}، محدثه یعقوبی^۲

۱- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، mollazadeh.mahdi@birjand.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، minayb1997@gmail.com

چکیده

تحولات اخیر جهان و توسعه چشم گیر پدیده شهرنشینی و به تبع آن پیچیده تر شدن مدیریت شهری، نیاز به توجه به مدیریت شهری را افزایش داده است. یکی از مهم ترین مسائل در مدیریت شهری، مدیریت منابع آب است. امروزه فناوری های جدیدی مانند مدل سازی اطلاعات ساختمان^۱، سیستم های اطلاعات جغرافیایی^۲، اینترنت اشیا^۳ در زمینه های مختلف مدیریت شهری از جمله مدیریت منابع آب مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. استفاده از قابلیت های BIM در زمینه تصویرسازی، مدیریت، ذخیره و نگهداری اطلاعات و همچنین قابلیت های GIS در زمینه مدیریت و تحلیل داده های جغرافیایی بهبود قابل توجهی در پروژه های مدیریت منابع آب از جنبه های هزینه، زمان، پیش بینی و کنترل خسارات احتمالی ایجاد کرده است. مطالعات زیادی در زمینه کاربردهای BIM و GIS در زمینه مدیریت منابع آب از جمله شبکه توزیع آب، نگهداری و تعمیرات زیرساخت های مرتبط و مدیریت بحران سیل انجام شده است. از طرف دیگر یکپارچه سازی BIM و GIS موجب هم افزایی قابلیت های آن ها شده و می تواند کاربردهای قابل توجهی داشته باشد. به عبارت دیگر کاربرد BIM در نمایش جزئیات بیشتر امان ها و همچنین توانایی GIS در نمایش محیط اطراف باعث ایجاد یک دیدگاه یکپارچه و جامع نگر در زمینه مسائل مدیریت منابع آب می شود. در این پژوهش ابتدا توضیحاتی مختصر در مورد BIM و GIS و حالات یکپارچه سازی آن داده می شود و سپس توانایی های BIM، GIS و ترکیب آن ها در مسائل مدیریت منابع آب با استفاده از مطالعات انجام شده در این زمینه مورد بررسی قرار می گیرد. در نهایت با توجه به مطالعات انجام شده در این زمینه جهتی برای مطالعات بیشتر برای استفاده حداکثری موثر از قابلیت های آن در زمینه مدیریت منابع آب معرفی می شود.

واژه های کلیدی: مدیریت منابع آب، مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS).

یکپارچه سازی BIM و GIS

۱- مقدمه

به علت نیاز به مواجهه با حجم زیادی اطلاعات پراکنده و پیچیده، هر مرحله در چرخه ساخت به اطلاعات زیادی برای ارتباطات موثر نیاز دارد. در طول دهه گذشته، یکی از بهترین ابزارهای ارتباطات و همکاری در صنعت ساخت، استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان بوده است. BIM در حالت کلی برای پروژه های ساختمانی مورد استفاده قرار گرفته است اما در مقیاس وسیعتر برای زیرساخت ها نیز مورد استفاده قرار می گیرد [1].

مشخصات و تفاوت ها در پروژه های مهندسی هیدرولیک و نیروگاه آبی پژوهش ها را به سمت استفاده از راه حل های یکپارچه که مدل های مکانی و BIM را به صورت هوشمند برای مدلسازی محیط ها و پروژه ها بزرگ، دوره های زمانی بلند،

1 Building Information Modeling (BIM)

2 Geography Information System (GIS)

3 Internet of Things (IoT)

سامانه های سطوح آبگیر باران



انجمن پژوهش های سطح آبگیر باران



سرمایه گذاری های بزرگ، تکنیک های پیچیده و توانایی های حرفه ای مشخص در این زمینه یکپارچه می کند، هدایت کرده است [1]. از طرف دیگر مطالعات زیادی با استفاده از GIS در زمینه شبکه توزیع آب و مدیریت بحران سیل توسط پژوهشگران انجام شده است. همچنین یکپارچه سازی BIM و GIS در پروژه های آبی در مقیاس وسیعتر می تواند یک رویکرد مدیریتی مناسب برای مسائل مدیریت منابع آب ایجاد نماید.

۲- مفاهیم تحقیق

۲.۱. مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM)

مدل سازی اطلاعات ساختمان به عنوان یک فرآیند برای تولید، ذخیره، مدیریت، تبادل و به اشتراک گذاری اطلاعات ساختمان در یک روش قابل استفاده مجدد و دارای قابلیت تبادل بین بخش های مختلف، تعریف می شود [2]. یک مدل اطلاعات ساختمان هندسه، روابط مکانی، اطلاعات مقادیر و خواص المان های ساختمان، تخمین هزینه ها، لیست مصالح و برنامه زمانبندی پروژه را مشخص می کند. این مدل می توان برای نمایش تمام چرخه عمر پروژه مورد استفاده قرار گیرد [3]. در نتیجه مقادیر و پارامترهای به اشتراک گذاشته شده مصالح قابل استخراج می باشد. BIM می تواند به عنوان یک فرآیند مجازی که همه جنبه ها و همه بخش های ساخت (شامل معماری، سازه، تاسیسات) را نشان می دهد در نظر گرفته شود. BIM به همه اعضای تیم طراحی شامل امکان همکاری صحیح تر و موثرتر را می دهد [4]. قابلیت های فراوان BIM در مدیریت منابع آب در زمینه های مختلفی از جمله شبکه توزیع آب، مدیریت تعمیر و نگهداری زیرساخت های آبی و مدیریت در برابر سیل مورد توسط پژوهشگران مختلف مورد توجه قرار گرفته است.

۲.۲. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

GIS یک سیستم می باشد که همه انواع داده های جغرافیایی را ایجاد، مدیریت، تحلیل و نگاشت می کند. GIS داده ها را به یک نقشه متصل می کند و داده های مکانی را با اطلاعات توصیفی یکپارچه می کند. این مورد یک پایه و اساس برای نگاشت و تحلیل اطلاعات مکانی می باشد. GIS به کاربران برای فهمیدن الگوها، روابط و بستر جغرافیایی کمک می کند. مزایای اصلی آن شامل بهبود ارتباطات و کارایی، مدیریت بهتر و تصمیم گیری موثرتر در زمینه های مختلف می باشد [5]. GIS یک بستر برای مدیریت و نمایش اطلاعات مکانی می باشد. مزیت اصلی GIS بر خلاف BIM به موثر بودن آن در مدلسازی ویژگی های بیرونی و با مقیاس بزرگ جغرافیایی و قابلیت های تحلیل مکانی آن می باشد. علاوه بر آن، GIS تاریخچه طولانی در مدیریت داده های هیدرولوژی دارد. جامع ترین مدل داده و فرمت تبادل داده بین سیستم های GIS در دامنه مکانی (GML¹) می باشد [6]. مطالعات مختلفی در زمینه کاربردهای GIS در حوزه های مرتبط با مدیریت منابع آب با استفاده از قابلیت های مکانی GIS در مباحث آبخیزداری، تعمیر و نگهداری زیرساخت های آبی و پروژه های هیدرولیکی در تعیین مسیر خطوط لوله آب توسط پژوهشگران انجام شده است.

۲.۳. یکپارچه سازی BIM و GIS

¹ Geography Markup Language

سامانه های سطوح آبگیر باران



هر چند که GIS و BIM هر کدام به تنهایی توانایی های قابل توجهی در زمینه های مختلف صنعت ساخت و همچنین مدیریت منابع آب دارد، اما با استفاده از یکپارچه سازی BIM و GIS می توان به یک هم افزایی در این زمینه دست پیدا کرد. با توجه به نقش BIM یا GIS در یکپارچه سازی، مطالعات به سه حالت کلی در این زمینه تقسیم می شوند [7]:

حالت اول: بستر یکپارچه سازی BIM می باشد.

در این حالت یکی از ابزارهای نرم افزارهای مرتبط با BIM بعنوان بستر اصلی یکپارچه سازی انتخاب می شود و اطلاعات از نرم افزارهای مرتبط با GIS با فرمت های CityGML و Shapefile به آن بستر وارد می شود. از این حالت زمانی استفاده می شود که هدف یکپارچه سازی پرداختن بیشتر به جزئیات مدلسازی پروژه باشد و توجه کمتری به محیط اطراف آن مورد نیاز باشد.

حالت ۲: GIS بستر یکپارچه سازی می باشد.

در این حالت نیز یکی از ابزارهای نرم افزاری GIS مانند ArcGIS و QGIS به عنوان بستر اصلی برای یکپارچه سازی انتخاب می شود. در این حالت اطلاعات با فرمت IFC وارد بستر GIS با فرمت CityGML یا Shapefile می شود. این حالت نیز زمانی انتخاب می شود که نیاز به توجه و دقت بیشتر به اطلاعات محیط اطراف پروژه ساخت مورد نظر وجود داشته باشد.

حالت سوم: یک بستر سوم برای یکپارچه سازی انتخاب می شود. با توجه به مشکلاتی که دو حالت اول یکپارچه سازی در بستر BIM و GIS ممکن است وجود داشته باشد مانند از بین رفتن اطلاعات ضروری مدل های BIM و GIS، از بستر سومی در این حالت استفاده می شود. این بستر سوم می تواند نرم افزارهایی مانند Autodesk InfraWork و Active3D باشد یا می تواند استفاده از وب معنایی (Semantic Web) باشد. استفاده از وب معنایی در مطالعات اخیر مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است، زیرا استفاده از این فناوری امکان دسترسی همه جانبه برای تمامی ذی نفعان مسئول در پروژه فراهم می آورد. همچنین با استفاده از آن اطلاعات به صورت real-time در پروژه تغییر می کند که کمک شایانی در جهت پایش و نگهداری به موقع پروژه ها دارد. با توجه به کاربرد خواسته شده از یکپارچه سازی و اینکه تمرکز کاربرد مورد نظر بر جزئیات المان ها یا محیط اطراف پروژه است، یکی از سه حالت اصلی بیان شده برای یکپارچه سازی انتخاب می شود.

۳- کاربرد BIM و GIS در مدیریت منابع آب

۳.۱. کاربرد های BIM و GIS در شبکه توزیع آب

هر چند که نرم افزارها و فناوری های اطلاعاتی زیادی در صنعت ساخت استفاده شده است، اما پیشرفت بسیار کمی در برنامه ریزی سیستم توزیع آب حاصل شده است. برنامه ریزی سیستم توزیع آب با توجه به پیچیدگی سطوح شهری و مسیرهای جریان، به داده های مکانی قابل توجهی نیاز دارد. GIS می تواند برای توصیف تسهیلات موجود در یک بستر جغرافیایی بزرگتر استفاده شود. BIM می تواند برای ذخیره، مدیریت و نگهداری اطلاعات پروژه ها مورد استفاده قرار گیرد [8].

با توجه به برنامه ریزی شبکه لوله، قوانین هندسی در GIS برای بررسی هرگونه تداخل بین پروژه شبکه توزیع آب و اطراف آن مورد استفاده قرار می گیرد. ابزار هندسی در GIS می تواند برای مدلسازی مولفه هایی که روابط مکانی با یکدیگر دارند مورد استفاده قرار گیرد، که از انواع روابط مکانی پشتیبانی می کند [9].

روش های فناوری اطلاعاتی پیشرفته مشخص می تواند برای شبکه توزیع آب مورد استفاده قرار گیرد. برای مثال در مطالعه ای توسط بارتولین و همکاران [10] پیشنهاد می گردد که GIS یک ابزار قوی برای مدیریت سیستم های توزیع آب می باشد. در زمینه شبکه توزیع آب، GIS می تواند برای انجام فعالیت های مشخصی مانند نقشه برداری طرح، پیش بینی تقاضا، نصب کنتور، اتصالات لوله ها، کنترل های نشت و خرابی، برنامه ریزی نگهداری و بهره برداری و مدیریت دارایی مورد استفاده

سامانه های سطوح آبگیر باران



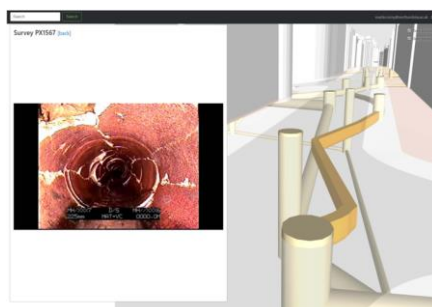
دانشگاه کردستان

قرار گیرد [10]. در مطالعه ای توسط اردشیر و همکاران [11] یک مدل توپولوژی از شبکه توزیع آب در یک محیط GIS برای مدیریت نشت آب توسعه داده شده است. در مطالعه ای توسط تائو و همکاران [12] یک مدل هیدرولیکی با استفاده از ابزار GIS برای بدست آوردن اطلاعات در مورد شبکه توزیع آب توسعه داده شد. در مطالعه ای توسط صلاح و آتوود [13] یک ابزار GIS برای رتبه بندی چندین مسیر دارای پتانسیل برای عبور لوله کشی مورد استفاده قرار گرفت. در مطالعه ای توسط آیاد و همکاران [14] یک رویکرد با استفاده از یکپارچه سازی GIS و بهینه سازی برای فراهم کردن طرح لوله کشی بهینه برای شبکه توزیع آب ارائه گردید. در پژوهشی دیگر توسط لیو و ایسا [15] BIM و GIS برای تصویرسازی لوله کشی زیرزمینی متصل به ساختمان ها یکپارچه سازی گردید.

در پژوهشی توسط ژائو و همکاران [8] یک روش یکپارچه شده برای برنامه ریزی شبکه توزیع آب ارائه گردید که این روش در یک پروژه واقعی شبکه توزیع آب مورد صحت سنجی قرار گرفت. در این مطالعه نداشت معنایی برای یکپارچه سازی BIM و GIS بدون از دست رفتن داده مورد استفاده قرار گرفت. روش یکپارچه شده مزایای فناوری های BIM و GIS را برای تسهیل برنامه ریزی شبکه توزیع آب ترکیب می کند. به عبارت دیگر BIM یک پارامترسازی جامع برای خطوط لوله فراهم می کند در حالی که GIS یک مدل تصویرسازی سه بعدی که بتواند برای تحلیل استفاده شود فراهم می کند. همچنین در این مطالعه قوانین توپولوژیکی در GIS می تواند برای بدست آوردن طرح کلی شبکه لوله مناسب مورد استفاده قرار گیرد. روش ارائه شده به صورت موثر تداخلات بین پروژه شبکه توزیع لوله و ساختار های موجود را شناسایی می کند. تداخلات قبل از ساخت شناسایی می شوند تا از بروز هر گونه خطا در روند ساخت جلوگیری شود. همچنین نتایج این تحقیق می تواند به فرآیند تصمیم گیری با در نظر گرفتن قیود فیزیکی در سایت پروژه و وجود طرح های شبکه لوله به صورت مجازی کمک قابل توجهی نماید [8].

۳.۲. کاربرد BIM و GIS در تعمیر و نگهداری پروژه های آبی

در مطالعه ای توسط ادموندسون و همکاران [16] طراحی و توسعه یک نمونه اولیه از یک شبکه هوشمند برای نگهداری و تعمیر زیرساخت آب و فاضلاب انجام گردید. در این مطالعه با استفاده از IFC4 که یک فرمت داده باز برای BIM می باشد توسعه داده شده است، که از سنسورهای هوشمند برای امکان پایش real-time و گزارش عملکرد دارایی های فاضلاب استفاده می کند. این یکپارچه سازی به منظور تصمیم های کنشی برای نگهداری و بهره برداری مورد استفاده قرار گرفته شده است. از ۴ سنسور هوشمند سرعت آب، سطح آب، سنسور اندازه گیری میزان باران و کیفیت آب برای رویکرد استفاده می شود. همچنین در این سیستم از دوربین هایی برای پایش شبکه آب و فاضلاب به منظور بررسی نیاز به تعمیرات استفاده می شود. در شکل (۱) تصویری از داخل شبکه فاضلاب واقعی و مدلسازی انجام شده برای شبکه آب و فاضلاب نشان داده شده است.



شکل ۱. مدل سازی شبکه آب و فاضلاب و استفاده از دوربین برای تشخیص خرابی های موجود در شبکه آب و فاضلاب [16]

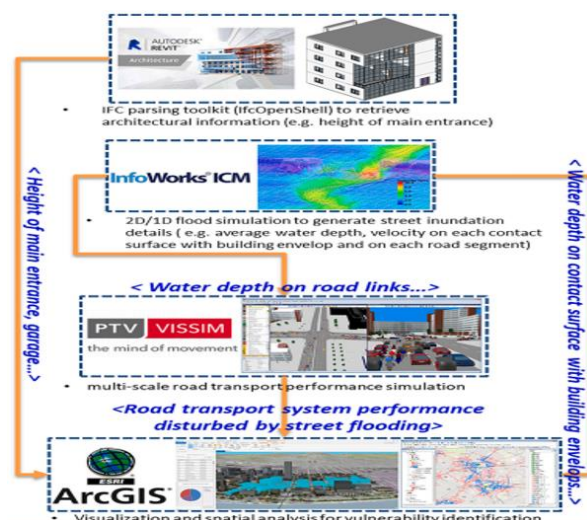
سامانه های سطوح آبگیر باران

در مطالعه ای توسط یانگ و همکاران [17] یک پلتفرم BIM-GIS-DCE برای شناسایی آسیب پذیری سیستم های زیرساخت های وابسته به یکدیگر در برابر سیل ارائه شده است. DCE به فهم رفتار شبکه ای سیستم های زیرساخت کمک می کند. زیرساخت مورد بررسی در این مطالعه یک ترکیب از سیستم حمل و نقل، ساختمان و زهکشی در برابر سیل می باشد [17].

این روند شامل ۳ مولفه اصلی می باشد [17]:

۱. بازیابی اطلاعات ساختمان flood-sensitive از فایل های IFC
۲. شبیه سازی عملکرد زیرساخت physics-based با استفاده از موتور های محاسباتی متناظر در دامنه مبتنی بر سیستم زهکشی
۳. یکپارچه سازی داده، نگاشت معنایی بین DCEs مختلف و شناسایی آسیب پذیری با استفاده از تحلیل های مکانی در پلتفرم GIS

برای ساختمان ها، BIM مناسب ترین ابزار برای ثبت اطلاعات مرتبط با چرخه عمر ساختمان می باشد. در حالی که GIS برای ذخیره روابط هندسی، توپولوژیکی، کارکردی دارایی های زیرساخت ها و محیط اطراف آن ها مانند توپوگرافی مناسب است. علاوه بر این های عملکرد زیرساخت می تواند با استفاده از DCEs شبیه سازی شود و می تواند قبل و بعد از وقوع حادثه را تحلیل کند [17]. با توجه به اطلاعات IFC از مدل های BIM ارتفاع ورودی خانه مشخص می شود و در InfoWorks اطلاعات ارتفاع سیل مشخص می شود و همه اطلاعات در بستر GIS یکپارچه سازی می شود. در شکل (۲) روند مطالعه مشخص شده است [17].



شکل ۲. روند مطالعه انجام شده برای بررسی آسیب پذیری زیرساخت ها وابسته به یکدیگر در برابر سیل [16]

به منظور دستیابی به توسعه پایدار، پروژه های انحراف آب بین حوضه ای با طول های بلند برای حل مشکل توزیع نامتوازن منابع آب و بهینه سازی تخصیص منابع آب بسیار ضروری شده است [18]. سازه هایی به منظور انحراف آب ایجاد می شوند و ابزارهای متنوعی برای پایش وضعیت سازه ای پروژه های انحراف آب نصب شده اند، اما سیستم خودکار پایش ایمنی (SMAS^۱) برای دستیابی به ارزیابی خودکار وضعیت ناکافی می باشد. سه محدودیت اصلی در زمینه استفاده از سیستم یاد شده وجود دارد که عبارتند از:

^۱ Safety Monitoring Automation System(SMAS)

سامانه های سطوح آبگیر باران



دانشگاه کردستان

۱. سیستم فعلی یک مدل سه بعدی تصویرسازی شده یکپارچه شده برای پشتیبانی از تصمیم گیری ندارد. این مورد مانع از تصمیم گیری سریع در شرایط اضطراری می گردد.
 ۲. به دلیل پردازش دستی بررسی داده و کمبود تلفیق اطلاعات با پایش داده، شناسایی خرابی های سازه آب زمان زیادی می برد.
 ۳. جمع آوری داده و تحلیل داده با فرآیند مدیریت ایمنی مهندسی یکپارچه نشده است.
- موارد یاد شده نشان دهنده ضعف سیستم SMAS و جامع نبودن آن برای درک مدیریت ایمنی در طول دوره بهره برداری و نگهداری پروژه های انحراف آب می باشد. به منظور حل این محدودیت ها، در پژوهشی توسط لیو و همکاران [19] یک چارچوب مدیریت ایمنی مبتنی بر BIM برای مرحله تعمیر و نگهداری پروژه های انحراف آب برای بهبود کارایی مدیریت ایمنی ارائه شده است [19].

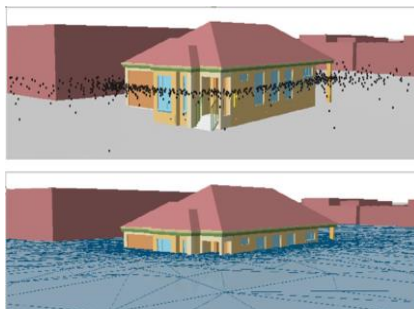
۳.۳. کاربرد BIM و GIS در مدیریت سیل

یکی از مشکلاتی که در ارزیابی خرابی و شناسایی ریسک های ناشی از سیل ها برای ساختمان ها وجود دارد، مشکل در داده های ورودی می باشد که از یک طرف به اطلاعات کامل ساختمان نیاز دارد (که در BIM به خوبی نمایش داده شده است) و از طرف دیگر به اطلاعات سیل نیاز دارد (که به صورت کلی در GIS مدیریت شده است). این نیازها با استفاده مستقل از BIM و GIS برطرف نمی شود و به یکپارچه سازی آن ها نیاز دارد. در پژوهشی توسط امیرابراهیمی و همکاران [6] یک روش مدل سازی داده جدید به عنوان یک پروفیل^۱ GML برای یکپارچه سازی BIM-GIS به منظور پشتیبانی از ارزیابی با جزئیات و تصویرسازی سه بعدی خرابی سیل به ساختمان ها ارائه شده است [6]. همچنین در این مطالعه، یک مدل داده برای ترکیب BIM و GIS توسعه داده شده است. این مدل، پارامترهای ساختمان و سیل و همچنین سایر ویژگی های مورد نیاز جغرافیایی (مانند ارتفاع) را گردآوری می کند. از این مدل برای ارزیابی و تصویرسازی سه بعدی خرابی ساختمان ها ناشی از سیل استفاده می شود. خروجی این مدل داده ایجاد شده می تواند تصمیم گیری را برای گستره وسیعی از ذی نفعان برای بهبود تاب آوری ساختمان ها در برابر تاثیرات مخرب سیل ها بهبود بدهد [6]. در این مطالعه، خرابی های ناشی از سیل روی یک خانه در شهر ماریبیرنونا با همکاری کنسول آن شهر تحلیل گردید. مدل BIM آن خانه (LoD400) با استفاده از نرم افزار Revit توسعه داده شد و یک خروجی IFC از آن گرفته شد. یک سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله با استفاده از مجموعه شبیه سازی MIKE 21 شبیه سازی گردید و خروجی های توزیع مکانی عمق و سرعت از آن به فرمت ESRI 1140 shapefile گرفته شد. همچنین از یک ابزار برای استخراج پارامترهای سیل از فایل های خروجی شبیه سازی به یک فایل ساده XML استفاده گردید، که از آن برای نگاشت مفاهیم سیل در طراحی مدل داده ایجاد شده به منظور ذخیره اطلاعات سیل استفاده گردید. برای استخراج اطلاعات هندسی، ابتدا المان های IFC به یک پایگاه داده جغرافیایی ESRI با استفاده از افزونه ای در ArcGIS تبدیل می گردد. این افزونه از FME^۲ به عنوان هسته برای تبدیل یک طرفه فرمت های BIM به GIS استفاده می کند. این روش تبدیل به عنوان یک روش میانی برای استخراج اطلاعات هندسی استفاده می کند. هر کلاس ویژگی در پایگاه داده جغرافیایی به فرمت CityGML با استفاده از یک افزونه در ArcGIS تبدیل می شود. از طرف دیگر ویژگی ها و روابط بین المان ها از یک ورژن XML مربوط به فایل IFC بدست می آید (تبدیل بین IFC و IfcXML با استفاده از BIMServer انجام می شود) [6]. در شکل (۳) و (۴) مدلسازی انجام شده و نقاط پرخطر ساختمان تحت مدل سازی در برابر سیل نشان داده شده است.

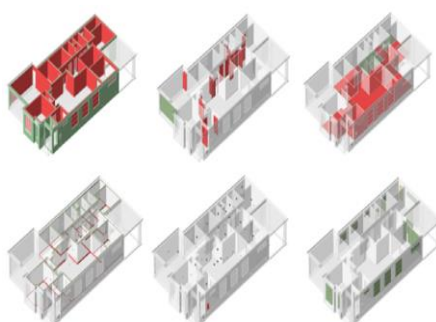
1 Geography Markup Language

2 Feature Manipulation Engine

سامانه های سطوح آبگیر باران



شکل ۳. مدل سازی انجام شده [6]



شکل ۴. شناسایی نقاط پرخطر ساختمان در برابر سیل [6]

۴- بحث

در جدول (۱) به طور خلاصه مطالعات انجام شده با استفاده از ترکیب BIM و GIS در مسائل مدیریت منابع آب آورده شده است.

جدول ۱. خلاصه ای از مطالعات انجام شده در زمینه کاربرد ترکیب BIM و GIS در مسائل مدیریت منابع آب

کاربرد	محل کاربرد	مرجع
استفاده از GIS برای مدیریت سیستم های توزیع آب و انجام فعالیت های مشخصی مانند نقشه برداری طرح، پیش بینی تقاضا، نصب کنتور، اتصالات لوله ها، کنترل های نشت و خرابی، برنامه ریزی نگهداری و بهره برداری و مدیریت دارایی	شبکه توزیع آب	[10]
ارائه یک مدل توپولوژی از شبکه توزیع آب در یک محیط GIS برای مدیریت نشت آب توسعه داده شده است.	شبکه توزیع آب	[11]
توسعه یک مدل هیدرولیکی با استفاده از ابزار GIS برای بدست آوردن اطلاعات در مورد شبکه توزیع آب توسعه داده شد.	شبکه توزیع آب	[12]
استفاده از یک ابزار GIS برای رتبه بندی چندین مسیر دارای پتانسیل برای عبور لوله کشی	شبکه توزیع آب	[13]
ارائه یک رویکرد با استفاده از یکپارچه سازی GIS و بهینه سازی برای فراهم کردن طرح لوله کشی بهینه برای شبکه توزیع آب	شبکه توزیع آب	[14]

سامانه های سطوح آبگیر باران



- [15] یکپارچه سازی BIM و GIS برای تصویرسازی لوله کشی زیرزمینی متصل به ساختمان ها شبکه توزیع آب
- [8] ارائه یک روش یکپارچه شده BIM-GIS برای برنامه ریزی شبکه توزیع آب و بررسی تداخلات بین پروژه شبکه توزیع لوله و ساختارهای موجود که در یک پروژه واقعی شبکه توزیع آب مورد صحت سنجی قرار گرفت. شبکه توزیع آب
- [16] طراحی و توسعه یک نمونه اولیه از یک شبکه هوشمند برای نگهداری و تعمیر زیرساخت آب و فاضلاب تعمیر و نگهداری
- [17] ارائه یک پلتفرم BIM-GIS-DCE برای شناسایی آسیب پذیری سیستم های زیرساخت های وابسته به یکدیگر در برابر سیل تعمیر و نگهداری
- [19] ارائه یک چارچوب مدیریت ایمنی مبتنی بر BIM برای مرحله تعمیر و نگهداری پروژه های انحراف آب برای بهبود کارایی مدیریت ایمنی تعمیر و نگهداری
- [6] ارائه یک روش مدل سازی داده جدید به عنوان یک پروفیل GML برای یکپارچه سازی BIM-GIS به منظور مدیریت بحران سیل پشتیبانی از ارزیابی با جزئیات و تصویرسازی سه بعدی خرابی سیل به ساختمان ها

در مطالعات انجام شده، قابلیت های مختلف BIM و GIS و هم افزایی آن ها در مسائل مختلف مدیریت منابع آب به کار برده شد. در این مطالعات، حالت های مختلف برای بستر یکپارچه سازی که در بخش ۲ به آن اشاره گردید، متناسب با هدف پژوهش، مورد بررسی و استفاده قرار گرفت. این یکپارچه سازی می تواند منجر به بهبود هزینه، ایمنی، تصمیم گیری و کیفیت در پروژه های مدیریت منابع آب گردد.

۵- نتیجه گیری

این مطالعه به بررسی کاربرد BIM و GIS و ترکیب آن ها در مسائل مدیریت منابع آب پرداخته است. استفاده از یکپارچه سازی BIM و GIS موجب هم افزایی برای تسهیل برنامه ریزی و مدیریت شبکه توزیع آب، تعمیر و نگهداری زیرساخت های مرتبط و مدیریت بحران سیل است.

در مطالعات انجام شده، BIM تصویر جامع از خطوط لوله توزیع آب ارائه می دهد، در حالی که GIS یک مدل تجسم سه بعدی را ارائه می دهد که می تواند برای تجزیه و تحلیل محیط اطراف آن مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، قوانین توپولوژیکی در GIS برای به دست آوردن یک طرح شبکه لوله مناسب قابل استفاده می باشد. روش های ارائه شده در این زمینه به طور موثر تداخلات بین شبکه توزیع آب جدید و ساختارهای موجود از قبل را مشخص می کند. با استفاده از BIM و GIS تعارضات قبل از ساخت و ساز شناسایی می شوند تا از هرگونه خطا در طول فرآیند ساخت و ساز جلوگیری شود. نتایج همچنین می توانند با در نظر گرفتن محدودیت های فیزیکی در محل و وجود طرح بندی های شبکه لوله غیرواقعی به فرآیند تصمیم گیری کمک کنند. به صورت کلی مطالعات انجام شده با استفاده از ابزارهای BIM و GIS کاربردهای زیادی در زمینه های مدیریت شبکه توزیع آب، تعمیر و نگهداری و مدیریت بحران داشته است. با توجه به پژوهش های انجام شده پیشنهاد می گردد در تحقیقات بعدی بر روی استفاده از ابزار وب معنایی که قابلیت دسترسی بهتری به ذینفعان پروژه می دهد جهت استفاده در مدیریت تعمیر و نگهداری زیرساخت های مرتبط با مدیریت منابع آب استفاده شود. وب معنایی یک ابزار می باشد که امکان دسترسی افراد مختلف در پروژه را به اطلاعات پروژه در هر زمان و مکانی می دهد و باعث بهبود ارتباطات بین ذی-نفعان مختلف پروژه می شود. وب معنایی یک افزونه بر روی وب رایج مورد استفاده است که برای دسترسی بهتر به فرمت های داده ای رایج می باشد که در این حالت داده می تواند به صورت مستقیم توسط کامپیوترها خوانده شود. در وب معنایی، اطلاعات به جای سینتکس (syntax) بر اساس معنا در دسترس قرار می گیرند و به این امکان را به رایانه های می دهد تا داده ها را بخواند و دانش را بدست آورد. همچنین پیشنهاد می گردد که از رویکردهای بهینه سازی چند هدفه مانند AHP و

سامانه‌های سطوح آبگیر باران

Topsis برای مشخص کردن بهینه‌ترین خطوط لوله در مدیریت شهری از جنبه‌های هزینه، تداخلات، مباحث زیست محیطی و توسعه پایدار استفاده گردد.

۶- مراجع

- [1] S. Zhang, D. Hou, C. Wang, F. Pan, and L. Yan, "Integrating and managing BIM in 3D web-based GIS for hydraulic and hydropower engineering projects," *Autom. Constr.*, vol. 112, p. 103114, 2020.
- [2] R. Vanlande, C. Nicolle, and C. Cruz, "IFC and building lifecycle management," *Autom. Constr.*, vol. 18, no. 1, pp. 70–78, 2008.
- [3] V. Bazjanac, "Virtual building environments (VBE)-applying information modeling to buildings," *August*, vol. 29, p. 2009, 2006.
- [4] S. Azhar, "Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry," *Leadersh. Manag. Eng.*, vol. 11, no. 3, pp. 241–252, 2011.
- [5] <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>, "What is GIS?"
- [6] S. Amirebrahimi, A. Rajabifard, P. Mendis, and T. Ngo, "A BIM-GIS integration method in support of the assessment and 3D visualisation of flood damage to a building," *J. Spat. Sci.*, vol. 61, no. 2, pp. 317–350, 2016.
- [7] Z. Ma and Y. Ren, "Integrated application of BIM and GIS: an overview," *Procedia Eng.*, vol. 196, pp. 1072–1079, 2017.
- [8] L. Zhao, Z. Liu, and J. Mbachu, "An integrated BIM-GIS method for planning of water distribution system," *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 8, no. 8, p. 331, 2019.
- [9] V. K. Bansal, "Use of GIS and topology in the identification and resolution of space conflicts," *J. Comput. Civ. Eng.*, vol. 25, no. 2, pp. 159–171, 2011.
- [10] H. Bartolín, F. Martínez, and J. A. Cortés, "Bringing up to date WDS models by querying. An EPANET-based GIS geodatabase," in *Water Distribution Systems Analysis Symposium 2006*, 2008, pp. 1–17.
- [11] A. Ardeshtir, M. Saraye, F. Sabour, and K. Behzadian, "Leakage management for water distribution system in GIS environment," in *World Environmental and Water Resource Congress 2006: Examining the Confluence of Environmental and Water Concerns*, 2006, pp. 1–10.
- [12] T. Tao, K. Xin, S. Liu, and X. Zhang, "A pipe network skeleton method based on GIS network analysis technologies," in *ICPTT 2009: Advances and Experiences with Pipelines and Trenchless Technology for Water, Sewer, Gas, and Oil Applications*, 2009, pp. 521–528.
- [13] A. M. Salah and D. Atwood, "Pipeline alignment optimization: Automated GIS-based approach," *J. Pipeline Syst. Eng. Pract.*, vol. 2, no. 1, pp. 2–13, 2011.
- [14] A. Ayad, H. Awad, and A. Yassin, "Integrated approach for the optimal design of pipeline networks," *Alexandria Eng. J.*, vol. 57, no. 1, pp. 87–96, 2018.
- [15] R. Liu and R. R. A. Issa, "3D Visualization of Sub-Surface Pipelines in Connection with the Building Utilities: Integrating GIS and BIM for Facility Management," in *Computing in Civil Engineering (2012)*, Jun. 2012, pp. 341–348, doi: 10.1061/9780784412343.0043.
- [16] V. Edmondson, M. Cerny, M. Lim, B. Gledson, S. Lockley, and J. Woodward, "A smart sewer asset information model to enable an 'Internet of Things' for operational wastewater management," *Autom. Constr.*, vol. 91, pp. 193–205, 2018.
- [17] Y. Yang et al., "BIM-GIS-DCEs enabled vulnerability assessment of interdependent infrastructures—A case of stormwater drainage-building-road transport Nexus in urban flooding," *Autom. Constr.*, vol. 125, p. 103626, 2021.
- [18] J. Jia, "A technical review of hydro-project development in China," *Engineering*, vol. 2, no. 3, pp. 302–312, 2016.
- [19] T. Liu, S. Zhang, and C. Wang, "A BIM-Based Safety Management Framework for Operation and Maintenance in Water Diversion Projects," *Water Resour. Manag.*, vol. 35, no. 5, pp. 1619–1635, 2021.



Examining integrated applications of BIM and GIS in water resource management problems

Dr mahdi mollazadeh *, mohadese yaghoubi

1. Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Birjand University, Birjand, Iran,
mollazadeh.mahdi@birjand.ac.ir
2. Master student of Engineering and Water Resources Management, Birjand University, Birjand, Iran,
minayb1997@gmail.com

Abstract

Recent advances and significant development of urbanism and subsequently more complicated urban management have been necessitated concentration on urban management. One of the most vital issues in mentioned field is water resource management. Recently, new technologies such as BIM, GIS, and Internet of Things in various fields of urban management including water resource management have attracted researchers' attentions. Utilizing capabilities of BIM in visualization, management, storing, and information maintenance and capabilities of GIS in management and analysis of geographical data have made significant improvement in water resources management projects in terms of cost, time, prediction, and control of probable damages. Many researchers have investigated applications of BIM and GIS in water resource management issues such as water distribution system, repair and maintenance of infrastructures, and flood management. On the other hand, integration of BIM and GIS lead to synergistic of their capabilities and could have great applications. In other words, BIM and GIS applications in detailed representation of elements and surrounding environment respectively lead to establishing a comprehensive and integrated vision in water resource management issues. In this study, first, a brief explanation is given about BIM and GIS and different states of their integration, and then their abilities in water resource management issues is examined through conducted studies. Finally, some ideas are suggested for future researches for maximum utilization of BIM and GIS capabilities according to the recent researches in this field.

Key words: Water resources management, Building Information Modeling (BIM), Geographical Information System (GIS), Integration of BIM and GIS