

The use of building information modeling in the maintenance management of petroleum concrete storage tanks

Hosna Sadiri¹, Manuchehr Behruyan^{2*}, Abbas Ghasemi³

1- PHD student, Department Of Civil Engineering, Faculty of Civil and Earth Resources Engineering, Central Tehran, Branch Azad University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department Of Civil Engineering, Faculty of Civil and Earth Resources Engineering, Central Tehran, Branch Azad University, Tehran, Iran

3- Assistant Professor, Department Of Civil Engineering, Faculty of Civil and Earth Resources Engineering, Central Tehran, Branch Azad University, Tehran, Iran

ABSTRACT

Management in the field of maintenance of petroleum concrete storage tanks is one of the most important management indicators that can prevent the creation of risks for people, the environment, and also economic and social effects. The main goal of this research is to use Building Information Modeling (BIM) in order to create the necessary platforms for maintenance management of petroleum concrete storage tanks in the form of Revit software. Modeling is based on the location of the concrete oil storage tank structure in the form of building information modeling against effective factors. In this way, with the use of BIM, management of maintenance and investigation of possible points of failure was addressed. Finally, the proposed flow chart of maintenance management based on building information modeling for the petroleum concrete storage tank studied in the present research was resulted. This maintenance model, which was proposed for petroleum concrete storage tanks, has the ability to quickly notify the structure control manager of the damage site and show it to the local staff to fix the defect. In fact, with the presented model, the speed of identification the damage in the tanks increases and the productive life of the structure also increases. Maintenance management based on building information modeling has resulted in predicting the points required for maintenance in order to prevent future damages and failures.

ARTICLE INFO

Receive Date: 18 October 2023

Revise Date: 22 December 2023

Accept Date: 18 February 2024

Keywords:

Petroleum concrete storage tanks
maintenance management
building information modeling
maintenance model
Revit software

All rights reserved to Iranian Society of Structural Engineering.

doi: <https://doi.org/10.22065/jsce.2024.420850.3241>

*Corresponding author: Manuchehr Behruyan.

Email address: man.behrooyan@iauctb.ac.ir

استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان در مدیریت نگهداری مخازن ذخیره سازی بتنی نفتی

حسنا صدیری^۱، منوچهر بهرویان^{۲*}، عباس قاسمی^۳

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران و منابع زمین، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران و منابع زمین، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران و منابع زمین، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

مدیریت در حوزه نگهداری مخازن ذخیره سازی بتنی نفتی یکی از مهم ترین شاخص های مدیریتی است که می تواند باعث جلوگیری از ایجاد خطرات برای افراد، محیط زیست و همچنین اثرات اقتصادی و اجتماعی شود. هدف اصلی در تحقیق حاضر، به کارگیری مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) به منظور ایجاد بسترهای لازم برای مدیریت نگهداری مخازن ذخیره سازی بتنی نفتی در قالب نرم افزار Revit است. مدل سازی براساس قرارگیری سازه مخزن ذخیره سازی بتنی نفتی در قالب مدل سازی اطلاعات ساختمان در برابر عوامل موثر می باشد. به این ترتیب که با به کارگیری BIM به مدیریت نگهداری و بررسی نقاط احتمالی خرابی پرداخته شد. در نهایت فلوجارت پیشنهادی مدیریت نگهداری مبتنی بر مدل سازی اطلاعات ساختمان برای مخزن ذخیره سازی بتنی نفتی مورد مطالعه در تحقیق حاضر منجر گردید. این مدل نگهداری که برای مخازن ذخیره سازی بتنی نفتی پیشنهاد شد، این توانایی را دارد که به سرعت مدیر کنترل سازه را از محل آسیب دیدگی خبردار کند و آن را به کارکنان محل جهت رفع نقص نشان دهد در واقع با مدل ارائه شده سرعت شناسایی خرابی در مخازن بالا رفته و عمر بهره وری سازه نیز افزایش می یابد. مدیریت نگهداری مبتنی بر مدل سازی اطلاعات ساختمان به پیش بینی نقاط مورد نیاز جهت نگهداری به منظور جلوگیری از ایجاد آسیب ها و خرابی های آتی منتج شده است.

کلمات کلیدی: مخازن ذخیره سازی بتنی نفتی، مدیریت نگهداری، مدل سازی اطلاعات ساختمان، مدل نگهداری، نرم افزار Revit.

شناسه دیجیتال:		سابقه مقاله:				
doi:	https://doi.org/10.22065/jsce.2024.420850.3241	چاپ	انتشار آنلاین	پذیرش	بازنگری	دریافت
	10.22065/jsce.2024.420850.3241	۱۴۰۳/۰۸/۳۰	۱۴۰۲/۱۲/۲۹	۱۴۰۲/۱۲/۲۹	۱۴۰۲/۱۰/۰۱	۱۴۰۲/۰۷/۲۶
منوچهر بهرویان					*نویسنده مسئول:	
man.behrooyan@iauctb.ac.ir					پست الکترونیکی:	

۱- مقدمه

صنعت ساخت در ایران در حال پیشرفت است و از مهمترین صنایع در بخش دولتی و خصوصی تلقی می‌شود، به طوری که موسسه بین المللی بیزینس مانیتور رشد صنعت ساخت ایران در سال ۲۰۱۶ را ۳/۲ درصد برآورد و پیش‌بینی کرده بود. با توجه به این حجم سرمایه گذاری و تاکید سرمایه گذاران برای اجرای مطلوب پروژه‌ها توأم با کاهش اشتباه‌ها و اتلاف منابع، اتمام آنها در چهارچوب‌های زمان، هزینه و مشخصات کیفی مصوب، نیاز به شناخت و کاربرد ابزارهای مدیریت را در پی داشته است که با رویکردی ساختارمند در پی افزایش ارزش در پروژه‌ها بوده است. ضرورت به‌کارگیری مدیریت نگهداری به دلیل محدودیت منابع، عدم امکان پاسخ‌گویی به تمام خواسته‌های مشتریان، ورود به بازار رقابت جهانی، شتاب روز افزون پیشرفت تکنولوژی، افزایش نرخ نوآوری، بهبود عملکرد و کیفیت محصولات و خدمات و الزامات قانونی است. موسسه ملی استاندارد و تکنولوژی آمریکا ضرر و زیان ناشی از عدم هماهنگی میان طراحی‌های کامپیوتری، مهندسی و سیستم‌های نرم افزاری بهره‌برداری و نگهداری سازه را حدود ۱۵/۸ میلیارد دلار تخمین زده است که بزرگترین بخش این مشکل مربوط به ضرر و زیان بهره‌وری در فاز نگهداری یعنی حدود ۹ میلیارد دلار است که معادل ۰/۲۵ دلار در هر فوت مربع از فضای مدیریت بهره‌برداری و نگهداری شده می‌باشد. از این رو توجه به امر نگهداری ساختمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است هم‌چنین مدل‌سازی اطلاعات سازه‌ها با دارا بودن مزایای مختلفی از جمله ذخیره و نگهداری اطلاعات در طول چرخه حیات یک پروژه توانسته کمک بزرگی در جهت بهبود بهره‌برداری و نگهداری سازه‌ها کند. استفاده از مدل‌سازی اطلاعات سازه به ذینفعان اجازه داده است تصویری از آینده داشته باشند و طرح نهایی را در قالب یک مدل سه بعدی ببینند تا متوجه شوند به طور واقعی چه چیزی به آنها تحویل داده شده است، دانستن این موضوع و داشتن یک بانک اطلاعاتی برای سازه در تصمیم‌گیری برای تغییر، نگهداری و یا اصلاحات احتمالی آینده در دوره بهره‌برداری ساختمان بسیار ارزشمند است [۱].

امروزه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان *BIM* به عنوان یکی از ابزارهای نوین در طراحی و ساخت سازه‌ها به کار گرفته شده است. مدل‌سازی اطلاعات سازه یک نمایش دیجیتالی از کاراکترهای فیزیکی و عملکردی از سازه است که اشتراک دانش پروژه سازه‌ای را بین ذینفعان تسهیل می‌کند. در واقع این مفهوم با توصیف شرایط یک سازه به صورت واقعی در طول چرخه حیات از شروع عملیات ساخت تا تخریب، مبنایی قابل اعتماد برای تصمیم‌گیری تیم پروژه فراهم نموده است. با گسترش این فناوری و اضافه شدن بعدهای جدید، استفاده از آن در فاز بهره‌برداری و نگهداری سازه‌ها مورد توجه قرار گرفته است. لذا با توجه به اینکه چنین رویکردی بسیار کم انجام شده، در این پژوهش به بررسی معرفی مدل مدیریت نگهداری مبتنی بر *BIM* برای مخازن ذخیره‌سازی بتنی نفتی پرداخته شده است.

۲- مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان *BIM* مخفف *Building Information Modeling* است. این تحولی عظیم در حوزه ساخت‌وساز بوده و هدف آن اطمینان از ایجاد الگوها و ساختارهای کاملاً بی‌عیب و نقص به واسطه سیستم موثر مدیریت اطلاعات است. این پروژه مدل‌سازی به راحتی توانسته اطلاعات مورد نیاز برای هزینه‌ها، طراحی و البته مراحل اجرایی ساخت را در اختیار قرار دهد. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان *BIM* در حقیقت خلاصه‌ی *Building Information Model* است که طبق تعریف به این شرح است، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یک ماکت دیجیتال جامع از وضعیت فیزیکی و نیز مشخصات فنی یک ساختمان می‌باشد به بیان دیگر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان مبنا و مرجعی مطمئن برای تصمیم‌گیری در تمامی مراحل طراحی، اجرا و نگهداری پروژه می‌باشد [۲].

BIM به مدل‌سازی کردن اطلاعات ساختمانی اطلاق می‌شود که برای مدیریت و ایجاد اطلاعات پروژه در چرخه ساخت‌وساز لازم و ضروری هستند. یکی از کلیدی‌ترین اقداماتی که طی این پروسه صورت می‌گیرد این است که یک خروجی دیجیتال که تمام جنبه‌های فرایند ساختمانی را دربر می‌گیرد، در انتهای کار ارائه خواهد شد. به عبارتی حقیقت مهم این است که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند تمام مولفه‌های مورد نیاز برای یک ساختمان را در یک فضا جمع‌آوری کند. تکنولوژی بیم در اصل مدیریت مهندسی است. در این تکنولوژی سیستم مدل‌سازی بر پایه اطلاعات اصلی بنا شده است. می‌توان یک پکیج اطلاعاتی کامل از طول عمر یک بنا، درست از زمان شروع به کار طراحی تا زمان تخریب ساختمان و استفاده دوباره از مصالح را به واسطه داده‌هایی که در تکنولوژی *BIM* ارائه می‌شوند، مورد

بررسی قرار دهید. در نتیجه این عملکرد سیستم مدیریتی بهینه می‌شود، هزینه‌های سربار کاهش می‌یابد و ارزش و سود پروژه نیز بالا می‌رود [۲].

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان *BIM* در تمامی فازهای طراحی، اجرا و بهره‌برداری پروژه‌های ساختمانی و صنعتی کاربرد دارد، در ادامه مزیت‌های استفاده از متد *BIM* در هر یک از فازهای طراحی، اجرا و بهره‌برداری مورد بررسی قرار می‌گیرد [۲]:

فواید مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در فاز طراحی

- همکاری گروهی و هماهنگ بر روی پروژه به صورت هم‌زمان که منجر به طراحی یکپارچه می‌شود.
- طراحی و ترسیم نقشه‌ها با دقت بالا و رفع تداخلات هم‌زمان با ترسیم نقشه که باعث بهینه‌سازی زمان طراحی می‌شود.
- تصویر سازی دقیق از پروژه در مراحل اولیه.
- امکان ایجاد دتایل‌های طراحی منحصر به فرد برای هر قسمت هم‌زمان با ترسیم نقشه‌ها.
- به طور کلی روش *BIM* شرایطی را به وجود آورده که طراحان ساختمان به صورت مجازی ساختمان را اجرا کرده و تمامی مشکلات و چالش‌های آن را بررسی کرده و رفع می‌کنند.

فواید مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در فاز اجرا

- رفع تمامی تداخلات قبل از اجرا.
- حذف دوباره‌کاری‌ها و بهینه‌سازی زمان و هزینه‌های پروژه.
- طراحی دقیق برنامه‌ی زمانی پروژه.
- ایجاد دید کامل و جامع از فازهای عملیاتی پروژه برای برنامه‌ریزی و تجهیز کارگاه.

فواید مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای کارفرمایان و مدیران بهره‌برداری

- افزایش کیفیت در اجرای پروژه.
- ایجاد برآورد دقیق از زمان تحویل پروژه و بهره‌برداری.
- مدیریت ریسک پروژه.
- شناسنامه‌ی فنی پروژه به صورت دیجیتالی.
- مرجعی برای نگهداری پروژه.

۳- مطالعات پیشین در رابطه با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در نگهداری مخازن نفتی بتنی

در سال ۲۰۲۰، اسپور و همکاران به ایجاد خودکار استراتژی‌های کنترل *HVAC*^۱ بر اساس مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (*BIM*): تأمین و توزیع گرما به شرح زیر پرداختند: داده‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (*BIM*) معمولاً با استفاده از استاندارد کلاس‌های پایه صنعتی (*IFC*)^۲ مبادله می‌شوند. یک مدل *BIM* مبتنی بر *IFC* محفظه‌ای برای داده‌هایی است که در مرحله طراحی و برنامه‌ریزی ایجاد می‌شود و بنابراین منبعی غنی از اطلاعات برای مرحله راه‌اندازی است که در آن خدمات ساختمان به بهره‌برداری می‌رسد. این مقاله به بررسی استفاده از داده‌های *BIM* برای تولید خودکار استراتژی‌های کنترلی برای سیستم‌های انرژی می‌پردازد، بنابراین فاز راه‌اندازی را ساده‌تر و تسریع می‌کند. ما یک روش برای ایجاد استراتژی‌های کنترل سیستم گرمایش ساختمان با چندین نوع سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر ارائه می‌کنیم که شامل تامین گرما و سیستم توزیع می‌شود. اهداف کنترل شامل استفاده از انرژی غیر فسیلی است که توسط ترکیبی از سیستم فتوولتائیک (*PV*)^۳، پمپ حرارتی (*HP*)^۴ و منبع حرارت اضافی صنعتی ارائه می‌شود. ذخایر انرژی حرارتی برای اهداف جابجایی بار یکپارچه شده اند و کنترل سیستم توزیع گرما مطابق با الزامات فیزیک ساختمان، اشغال و شرایط آب و هوایی خارج طراحی شده است. اعتبار سنجی رویکرد در یک محیط شبیه سازی ترکیبی *SIMULINK* و *TRNSYS* ارائه شده است [۵].

1 Heating, Ventilation, and Air Conditioning

2 Industry Foundation Classes

3 photovoltaic

4 Heat Pump

در سال ۲۰۲۰، رستم آبادی و همکاران به یک رویکرد جدید شبکه بی‌زی فازی برای تجزیه و تحلیل ایمنی سیستم‌های فرآیند، کاربرد روش *SHIPP* و *HFACS* به شرح زیر پرداختند: صنایع فرآیند شیمیایی^۵ (*CPI*) ذاتاً سیستم‌های پیچیده خطرناکی هستند که در آن موجودی زیادی از مواد شیمیایی بسیار قابل اشتعال و انفجاری پردازش و در یک منطقه فرآیندی بسیار شلوغ ذخیره می‌شود. یک روش تجزیه و تحلیل ایمنی قابل اعتماد نقش مهمی در اندازه‌گیری ریسک‌ها و توسعه استراتژی‌های پیشگیرانه در صنایع فرآیندی ایفا می‌کند. این مقاله یک شبکه بی‌زی فازی جدید را برای تحلیل ایمنی پویا سیستم‌های فرآیند با ترکیب شبکه بی‌زی (*BN*)^۶ با بهترین روش فازی (*Fuzzy-BWM*) پیشنهاد کرد. در رویکرد پیشنهادی، یک تحلیل جامع و عمیق از عوامل انسانی و سازمانی (*HOFs*)^۷ که در وقوع سناریوی حادثه دخیل هستند نیز با ادغام سیستم تجزیه و تحلیل و طبقه‌بندی عوامل انسانی (*HFACS*) و شناسایی، پیش‌بینی و پیشگیری خطر سیستم^۸ (*SHIPP*) ارائه شد. روش‌شناسی در مدل یک مخزن ذخیره اتیلن برای تأیید کاربرد روش پیشنهادی و پتانسیل کاربرد آن انتخاب شد. این مطالعه همچنین مقایسه بین نتایج رویکرد فازی *BWM*-پیشنهادی با رویکرد *BN* مرسوم و یک تکنیک مرسوم ارزیابی کمی ریسک (*QRA*) مانند پایپون^۹ (*BT*) را توضیح داد. یافته‌ها توانایی رویکرد فازی *BWM*-پیشنهادی را برای ارائه نتایج قابل اعتماد بالا و شناسایی خطراتی که با استفاده از رویکردهای *BT* و *BN* شناسایی نشده‌اند، نشان داد [۶].

در سال ۲۰۲۰، روگاج و همکاران به اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های سایبری-فیزیکی در صنعت نفت و گاز: مزایا، مشکلات و چشم اندازهای یکپارچه‌سازی به شرح زیر پرداختند: امروزه اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های سایبری-فیزیکی پایه و اساس انقلاب صنعتی جدید را تشکیل می‌دهند. در آینده نزدیک، ادغام آنها به طور قابل توجهی اثربخشی اقتصادی جهانی و عملکرد بخش‌های آن، به ویژه صنعت جهانی نفت و گاز را افزایش خواهد داد. این مقاله به بررسی مزایا و مشکلات مرتبط با توسعه اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های فیزیکی-سایبری در صنعت نفت و گاز می‌پردازد و یک مدل چارچوب اصلی برای یکپارچه‌سازی آنها در نظر می‌گیرد [۷].

در سال ۲۰۲۰، سلیم و همکاران به دستیابی به مزایا و الزامات روش یکپارچه تحویل پروژه با استفاده از *BIM* به شرح زیر پرداختند: در طول دهه گذشته، متدولوژی تحویل پروژه یکپارچه^{۱۰} (*IPD*) یکی از روابط قراردادی جدید را در نظر می‌گیرد که همچنین در راه ادغام بیشتر فرآیند ترکیب طراحی و دستورالعمل است. از سوی دیگر، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (*BIM*) پیشرفت‌های قابل توجهی در هماهنگی فرآیندهای برنامه ریزی و ساخت و ساز ایجاد کرد که اغلب در ارتباط با روش‌های تحویل سنتی استفاده می‌شود. در این مقاله محقق دستیابی به روش *IPD* را با استفاده از *BIM* از طریق اعمال طراحی ساختمان کمیسیون مالی در شرکت نفت میسان را عراق ارائه کرد. این ساختمان هنوز ساخته نشده و با استفاده از نقشه‌های ۲ بعدی *CAD* طراحی شده است. محقق پروژه را با استفاده از *BIM* برای استخراج توانایی‌هایی که با الزامات و مزایای تحویل پروژه یکپارچه (*IPD*) سازگار است، دوباره طراحی خواهد کرد. نتایج نشان می‌دهد که *BIM* فناوری مناسبی است که می‌توان با روش *IPD* از آن استفاده کرد زیرا به اکثر الزامات و مزایای *IPD* دست یافته است [۸].

در سال ۲۰۲۰، عابد و همکاران به نقش فناوری *BIM* در افزایش تحلیل ایمنی پروژه‌های نفتی عراق به شرح زیر پرداختند: این مطالعه با هدف ارتقای ایمنی در پروژه‌های نفتی عراق، بررسی تاثیر به‌کارگیری این فناوری بر زمان و هزینه برنامه انجام شده است. این ایده تحقیقاتی در یکی از پروژه‌های نفت و گاز عراق اعمال خواهد شد. نویسندگان دریافته‌اند که استفاده از فناوری *BIM* منجر به شناسایی و ارزیابی دقیق خطرات، توانایی ارائه راه‌حل‌هایی برای کاهش این خطرات و حل تمام مشکلات ایمنی در مراحل اولیه می‌شود. نتایج به این نتیجه رسید که اعمال *BIM* در پروژه باعث افزایش مدت زمان کار پروژه در حدود (۱۱ روز) می‌شود و هزینه کل تجهیزات ایمنی طبق رویکرد *BIM* برابر با ۳۶۵۶۹۲۳۰ *DI* می‌باشد. این مطالعه اولین مورد از نوع خود در کاربرد فناوری‌های نوین (*BIM*) در رسیدگی به مشکلات ایمنی در پروژه‌های نفتی عراق است [۹].

در سال ۲۰۲۰، لاندوچی و همکاران به روش‌شناسی کمی برای حمایت از ارزیابی خطر عملیات فضای محدود در صنعت فرآیند به شرح زیر پرداختند: روش پیشنهادی، با شروع از داده‌های سایت خاص، به اپراتورها اجازه می‌دهد تا پارامترهای مورد نیاز برای ارزیابی کمی خطرات احتمالی و خطرات مرتبط ناشی از عملیات انجام شده در تجهیزات فرآیند را پیش‌بینی کنند. این روش برای مورد خاص صنایع

5 Chemical process industry

6 Bayesian network

7 Human and organizational factors

8 Identification, prediction and prevention of system risk

9 bow tie (BT)

10 Integrated project delivery

غذایی و به ویژه ذخیره‌سازی پالایش روغن خوراکی طراحی شده است. بر اساس نتایج این روش، علاوه بر تعیین رتبه خطر عملیات در نظر گرفته شده، می‌توان الزامات آموزشی ویژه اپراتورها، تجهیزات حفاظت فردی مناسب مورد استفاده و در نهایت روش کار را تعیین کرد. در نهایت برای به‌کارگیری نتایج به‌دست‌آمده، مطالعات موردی مبتنی بر تحلیل کارخانه‌های صنعتی واقع بینانه ارائه و مورد بحث قرار گرفته‌اند [۱۰].

در سال ۲۰۲۱، حسینی و همکاران به خطر تخلیه اضطراری آتش سوزی در سایت‌های ساختمانی پیچیده: ادغام *D-BIM* مدل‌سازی نیروی اجتماعی و ارزیابی کمی خطر آتش سوزی به شرح زیر پرداختند: برای تحلیل واقعی‌تر سناریوهای تخلیه، از موتور شبیه‌سازی مدل نیروی اجتماعی¹¹ (*SFM*) استفاده کردیم. استفاده از *SFM* برای شبیه‌سازی تخلیه مکان‌های ساخت و ساز پیچیده به اندازه کافی در ادبیات مورد توجه قرار نگرفته است. شبیه‌سازی میکروسکوپی سناریوهای تخلیه برای تمام روزهای کاری پروژه پیچیده مورد مطالعه، نیازمند تلاش‌های محاسباتی بالایی است. برای مقابله با این چالش محاسباتی، یک تکنیک محاسباتی موازی با موتور شبیه‌سازی *SFM* همراه شد. مهم‌تر از همه، در این مقاله عملکرد تخلیه سایت با در نظر گرفتن زمان تخلیه و ایمنی تخلیه به صورت چند هدفه ارزیابی شد. سناریوهای اضطراری سایت ساخت و ساز توسط *D-BIM* مدل‌سازی شدند، پتانسیل اضطراری آتش سوزی توسط یک ماژول ارزیابی ریسک کمی (*QRA*)¹² احتراق آتش تعیین شد و تخلیه محل توسط موتور شبیه‌سازی *SFM* شبیه‌سازی شد. چارچوب پیشنهادی همکاری *D-BIM*، ماژول *QRA* آتش و موتور *SFM* را مدیریت می‌کند. این مطالعه تحقیقاتی از داده‌های حاصل از یک پروژه بزرگ واقعی بهره برد. یافته‌ها نشان داد که تجزیه و تحلیل خطر تخلیه از طریق یک رویکرد یکپارچه توسط مدل پیشنهادی می‌تواند نتایج واقعی‌تری ارائه دهد. نتایج همچنین یک پشتیبانی قابل اعتماد در تصمیم‌گیری ایمنی را در اختیار مدیران پروژه قرار داد [۱۱].

در سال ۲۰۲۱، ذاکر و همکاران به مستندات و *HBIM* میراث صنعتی با استفاده از تصاویر پهپاد: مخزن نفت مشهد به شرح زیر پرداختند: مستندات فتوگرامتری با هدف ارائه مدل‌های سه بعدی و به عنوان مجموعه داده‌ای برای ایجاد مدل‌های *BIM* بود. این مدل‌های غنی‌شده با داده‌ها را می‌توان در پلتفرم‌های *Digital Twin* برای اهداف نظارتی و عملیاتی مورد استفاده قرار داد، مفهومی که به طور فزاینده‌ای در زمینه حفاظت از میراث فرهنگی مرتبط می‌شود. بحث در مورد این فرآیند نشان می‌دهد که تطبیق متراکم تصاویر هواپیمای بدون سرنشین ممکن است دقتی در سطح سانتی‌متری ایجاد کند و می‌تواند مبنای مناسبی برای پلتفرم‌های *BIM* و *Digital Twin* فراهم کند. قابلیت این سیستم به جامعه در توسعه پایدار به منظور حفظ آثار و تعیین کاربری مناسب شهری در بناهای میراثی کمک خواهد کرد [۱۲].

در سال ۲۰۲۱، مقسوم و همکاران به ارزیابی پتانسیل برداشت آب باران در مناطق شهری: رویکرد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (*BIM*) به شرح زیر پرداختند: یکی از راه‌حل‌های بالقوه، برداشت آب باران (*RWH*)¹³ است که به آب باران اجازه می‌دهد تا برای نیازهای انسان ذخیره شود. این مطالعه یک سیستم ارزیابی *Rwh* را از طریق مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (*BIM*) توسعه می‌دهد. برای این منظور، مطالعه هیدرولوژیکی شهرهای آب و هوایی نوع *Cfa*¹⁴ با نمونه اسلام آباد پاکستان انجام شده است. داده‌های بارندگی ماهانه سه سایت برای تعیین حجم آب باران انباشته شده و پتانسیل آن برای برآوردن نیازهای انسانی مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین تعداد افرادی که در یک خانه زندگی می‌کنند به عنوان تعداد خانوار در نظر گرفته می‌شود. تعداد خانوار یا تعداد کارکنان شاغل در یک شرکت کوچک، مصالح سقفی و مساحت پشت بام به عنوان پارامترهای کلیدی برای ارزیابی مربوطه در *BIM* استفاده می‌شود. داده‌های شبیه‌سازی شده توسط *BIM* پتانسیل *RWH* را با استفاده از پنج نفر در هر خانه به عنوان اشغال و یک منطقه ۹۰ متر مربعی پشت بام برای ساختمان‌های مسکونی یا شرکت‌های کوچک به عنوان پارامتر برجسته می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که مکان‌های انتخاب‌شده می‌توانند سالانه ۸۱۹۰ لیتر آب باران (۴۸ لیتر در هر نفر) تا ۱۰۳۳۰۰ لیتر در سال آب باران (۵۶ لیتر در هر نفر در روز) را جمع‌آوری کنند. این مقدار آب برای رفع نیاز روزانه تا پنج نفر کافی است. بنابراین، مشخص شده است که منطقه مورد مطالعه دارای پتانسیل *RWH* است که قادر به پاسخ‌گویی به نیازهای

11 Social force model

12 Quantitative risk assessment

13 Rainwater harvesting

14 Humid subtropical climate (Cfa)

مورد انتظار است. این مطالعه یک رویکرد پایه برای *RWH* برای رسیدگی به مسائل کمبود آب برای ساختمان‌های مسکونی و کارخانه‌های آینده ارائه می‌کند [۱۳].

در سال ۲۰۲۲، عزیز و همکاران به عوامل حیاتی موفقیت برای ساخت مدل‌سازی اطلاعات (*BIM*) برای پروژه‌های نیروگاهی در مالزی به شرح زیر پرداختند: دولت مالزی به اهمیت *BIM* به عنوان یک فناوری نوظهور برای تغییر صنعت ساخت و ساز در مالزی پی برده است و بنابراین *BIM* را به عنوان یکی از دوازده فناوری اصلی در *CIDB*¹⁵ "ساخت و ساز" طبقه بندی کرده است. برنامه راهبردی ۲۰۲۱-۲۰۲۵ «اجرای *BIM* مزایای قابل توجهی را برای بخش تولید برق در مالزی ارائه می‌دهد. این مطالعه با استفاده از روش تحقیق کمی انجام شد که در آن پرسشنامه‌های نظرسنجی بین نمایندگان مشتریان در بخش برق مالزی توزیع شد. این مطالعه ۱۳ عامل موفقیت حیاتی را که باید توسط مشتریان برای اجرای *BIM* در پروژه‌های نیروگاهی در مالزی در نظر گرفته شود، شناسایی کرده است. عوامل موفقیت بر اساس چهار (۴) زمینه یا عامل اصلی یعنی مدیریت، افراد، فرآیند و فناوری طبقه‌بندی شدند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که حمایت مدیریت مهم‌ترین عامل موفقیت پروژه‌های نیروگاهی است و سایر عوامل موفقیت مانند افراد، فرآیند و فناوری نیز شناسایی و مورد بحث قرار گرفته است [۱۴].

در سال ۲۰۲۲، عظام و همکاران به رویکرد یکپارچه برای ارزیابی پایداری در پروژه‌های نیروگاهی با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به شرح زیر پرداختند: در مجموع ۵۴ معیار، که در هشت دسته تقسیم بندی شده‌اند، در سیستم رتبه بندی در نظر گرفته شده است. این دسته بندی‌ها عبارتند از: (۱) طبیعت و شهری (۲) سایت، (۳) انرژی، (۴) آب، (۵) مواد و منابع، (۶) انتشارات و محیط زیست، (۷) بهره برداری و مدیریت، و (۸) فرهنگ و اقتصاد. سطوح پایداری در شش سطح رتبه‌بندی می‌شوند: غیرپایدار، بهبود یافته، تقویت شده، برتر، حفظ کننده، ترمیم کننده. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی¹⁶ (*AHP*) برای تنظیم وزن معیارهایی که در سیستم پایداری پیشنهادی در نظر گرفته شد، اجرا گردید. *BIM* برای توسعه یک پلاگین برای سیستم رتبه‌بندی پیشنهادی برای تعیین سطح پایداری پروژه‌های نیروگاهی استفاده می‌شود. افزونه توسعه یافته، ویژگی‌های مدل *BIM* را سرمایه‌گذاری می‌کند تا یک ابزار متریک پایداری فوری برای ذینفعان فراهم کند که باعث صرفه‌جویی در زمان و کاهش خطاهای احتمالی می‌شود. مطالعه موردی یک نیروگاه ۱۰۰ مگاواتی برای آزمایش اثربخشی رویکرد توسعه یافته در ارزیابی پایداری ارائه شده است [۱۵].

۴- فواید استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در نگهداری مخازن نفتی بتنی

با توجه به مطالعات پیشین انجام گرفته، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند مخازن بتنی نفتی را به همراه جزئیات مدل سازی کند، تمامی المان‌های آن به همراه اطلاعات سازه‌ای شامل مقاومت بتن، میزان آرماتور و بتن و قالب‌بندی و همچنین از بعد هزینه‌ای آن، هزینه‌های مربوط به ساخت اولیه و براساس افت مقاومت و مشخصات سازه‌ای، نیاز به نگهداری را می‌تواند اعلام نماید. بر این اساس اگر خوردگی‌ها در کف و یا در دیواره‌های مخازن بتنی نفتی مشاهده شود و کاهش مقاومت در آن محل در نرم افزار مربوط به *BIM* (نرم افزار *Revit*) نمایان گردد، آن محل را جهت نگهداری می‌توان در نظر گرفت. از طرفی به منظور کنترل چرخه عمر پروژه می‌توان به نمایش وضعیت سازه مخزن تا سال‌های پس از بهره‌برداری پرداخت. طراحی و ساخت مناسب‌تر وقتی به واسطه به کارگیری *BIM* و کمک گرفتن از آن باشد، سازه به نحوی می‌تواند مشخصات مقاومتی خود را برای مدت زمان بیشتری حفظ نماید. از آن جایی که اطلاعات سازه در *BIM* برای طراح و یا ناظر گویا خواهد بود، برنامه ریزی دقیقی جهت انجام نگهداری می‌تواند به همراه داشته باشد. به دلیل دقت بالای *BIM* در نمایش وضعیت المان‌های سازه مخزن بتنی نفتی، هر زمان خرابی‌ای به چشم بخورد با داشتن اطلاعات مربوط می‌شود آن را مشاهده و نسبت به رفع آن اقدام نمود. همچنین *BIM* منجر به کاهش تأخیرات در نگهداری و کاهش خطاهای مربوط به آن می‌شود. به دلیل دسترسی سریع و آسان به اطلاعات سازه به واسطه *BIM*، می‌توان عملیات نگهداری را در زمان اضطراری بودن به سرعت شروع نمود.

هم‌چنین در بررسی کارهای پیشین مشاهده شد که کمبود اطلاعات و تحقیقات پیرامون بکارگیری *BIM* در مخازن ذخیره سازی بتنی نفتی از جمله چالش‌ها و محدودیت‌هایی است که بررسی در تحقیقات را سخت کرده است. با توجه به کمبود تحقیقات در حوزه مدیریت نگهداری با در نظرگیری تمامی عوامل موثر سازه‌ای، محدودیت در روش‌هایی به منظور کاهش خرابی در مخازن ذخیره سازی بتنی

15 Construction Industry Development Board (CIDB)
16 Analytical hierarchy process (AHP)

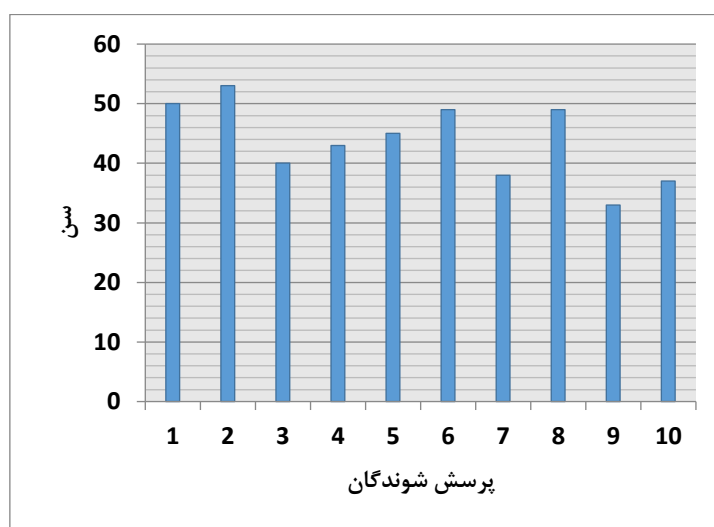
نفتی به وجود آمده است. چالش دیگر عدم وجود استانداردها و راهنماهای دقیق جهت بازدید و نگهداری از مخازن ذخیره سازی بتنی نفتی می‌باشد. کاستی‌ها در روش‌های بازدید و نگهداری و منجر شدن به خرابی‌های مربوطه در تحقیقات پیشین مشاهده می‌شود. موارد فوق در تحقیقات پیشین تا کنون حل نشده‌اند و نیاز به بکارگیری روشی مبتنی بر *BIM* به منظور مدیریت نگهداری می‌باشد تا در تحقیقات آتی به حل آن‌ها پرداخته شود. به این دلیل در تحقیق حاضر سعی بر پوشش دادن این موانع می‌باشد.

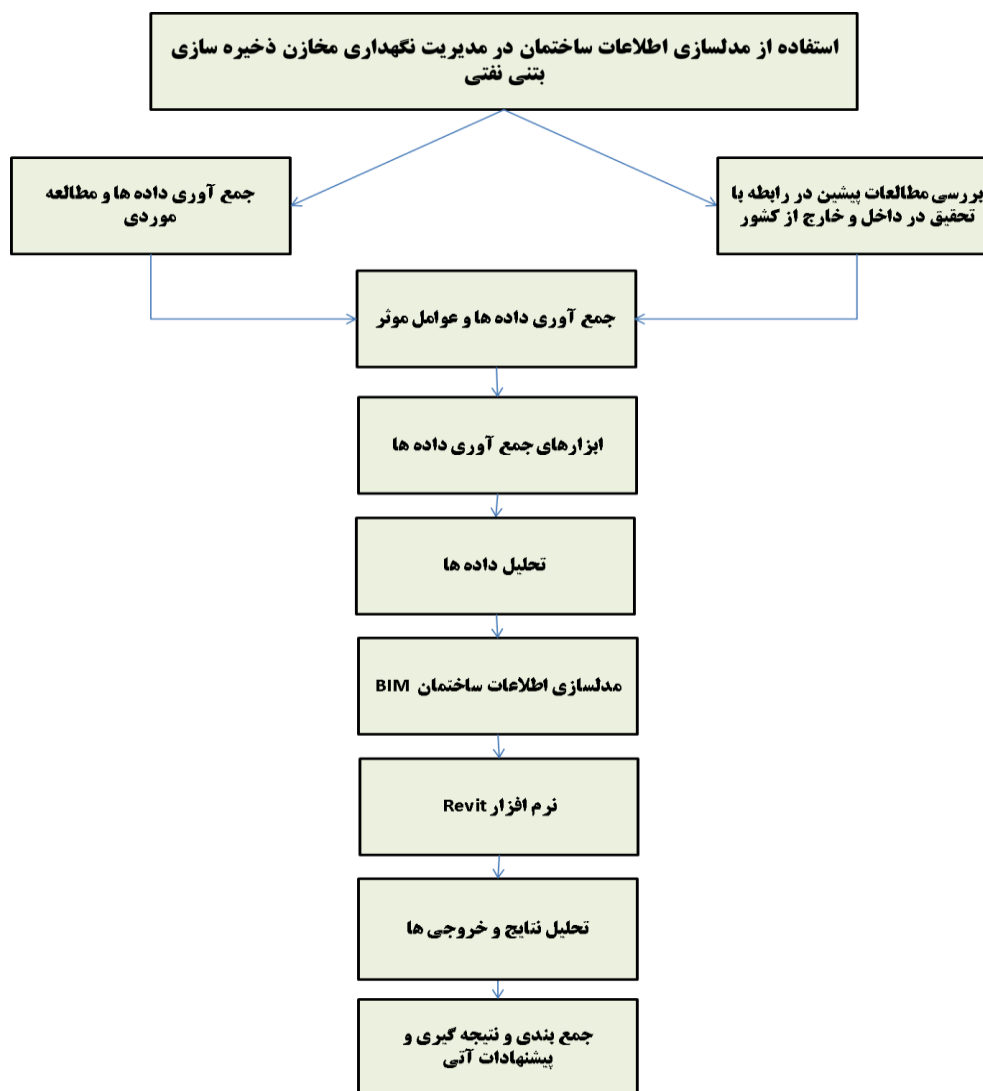
۵- هدف و روش تحقیق

هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی بسترهای لازم برای مدیریت نگهداری مبتنی بر *BIM* برای مخازن ذخیره‌سازی بتنی نفتی است. در این بخش به ارائه روند اجرایی تحقیق در قالب یک فلوجارت نیز پرداخته می‌شود. این فلوجارت در شکل (۱) ارائه شده است. سپس به صورت گام به گام به تشریح هر بخش از روش اجرایی تحقیق پرداخته خواهد شد.

مدیریت نگهداری و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان جهت پیاده‌سازی برای یک مورد مطالعاتی (مخازن ذخیره‌سازی بتنی نفتی) به کار گرفته می‌شود. بر این مبنا، خروجی‌ها با استفاده از داده‌های ورودی و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با نرم افزار مبتنی بر *BIM* (نرم افزار *Revit*) تعیین می‌گردد. برای شناسایی عوامل موثر بر مدیریت نگهداری، از پیشینه تحقیق استفاده می‌گردد. به کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در طول بهره‌برداری از سازه مخزن ذخیره‌سازی بتنی نفتی ایجاد می‌گردد. پس از شناسایی عوامل موثر بر مدیریت نگهداری، مدل مدیریت نگهداری سازه مورد مطالعه پیشنهاد می‌گردد.

در جهت نیل به اهداف این پژوهش، داده‌های این تحقیق با استفاده از نرم افزارهای تحت پوشش *BIM* جهت شبیه‌سازی مدل سازه‌ای مورد استفاده قرار گرفت همچنین جهت شبیه‌سازی از نرم افزار *Revit* استفاده شد که نیازمند علم به اجرای ساختمان در زمینه‌های سازه‌ای، مکانیکی و الکتریکال است. لذا همانطور که سازه ساخته شد سعی گردید شبیه‌سازی نیز صورت گیرد. در ادامه با توجه به نظارت‌های متخصصین مربوط و نظر خبرگان که شامل ۱۰ نفر از افراد مرتبط با حوزه نفتی و به ویژه مخازن بتنی بوده‌اند، بررسی‌ها انجام شد. سن پرسش شونده‌گان، متوسط ۴۳ سال، حداقل ۳۳ سال و حداکثر ۵۳ سال می‌باشد. ۷۰ درصد پرسش شونده‌گان مرد و ۳۰ درصد زن هستند. ۶۰ درصد پرسش شونده‌گان مدرک کارشناسی و ۴۰ درصد مدرک کارشناسی ارشد داشته‌اند. عوامل شکست و عدم تحقق *BIM* در پروژه‌ها به دو قسمت معیارهای اصلی و زیر معیارها تقسیم گردید. سپس با توجه به عواملی که از دید خبرگان و متخصصین در مورد عوامل عدم موفقیت *BIM* در این تحقیق مطرح شد، با برطرف نمودن موانع پیش روی سیستم مدل‌سازی اطلاعات *BIM* چه بسا باعث رغبت مدیران به استفاده از آن جهت مدیریت بهینه منابع و زمان و ... گردید.

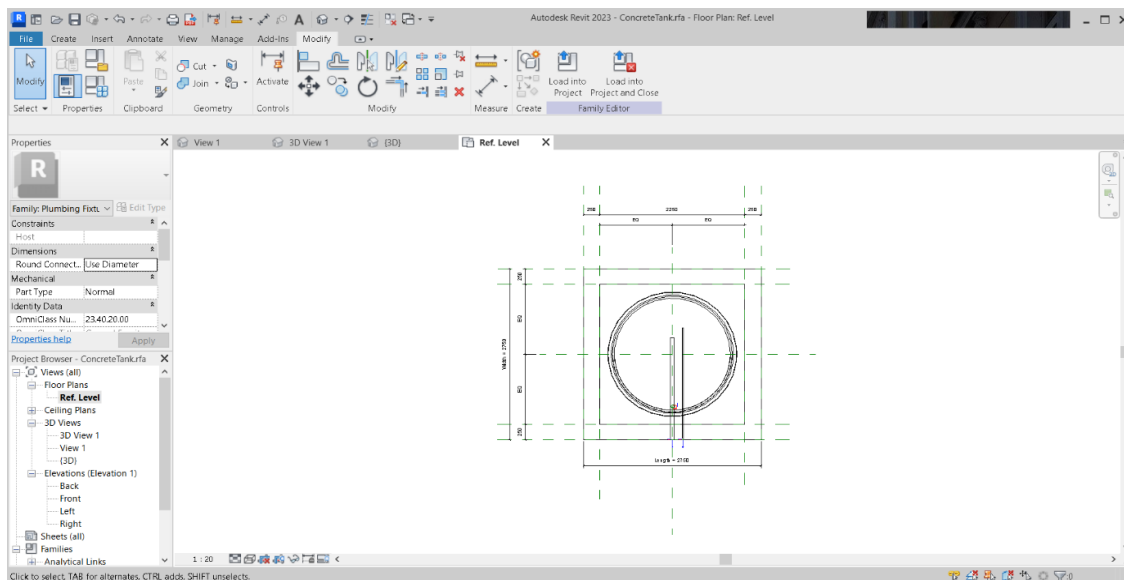




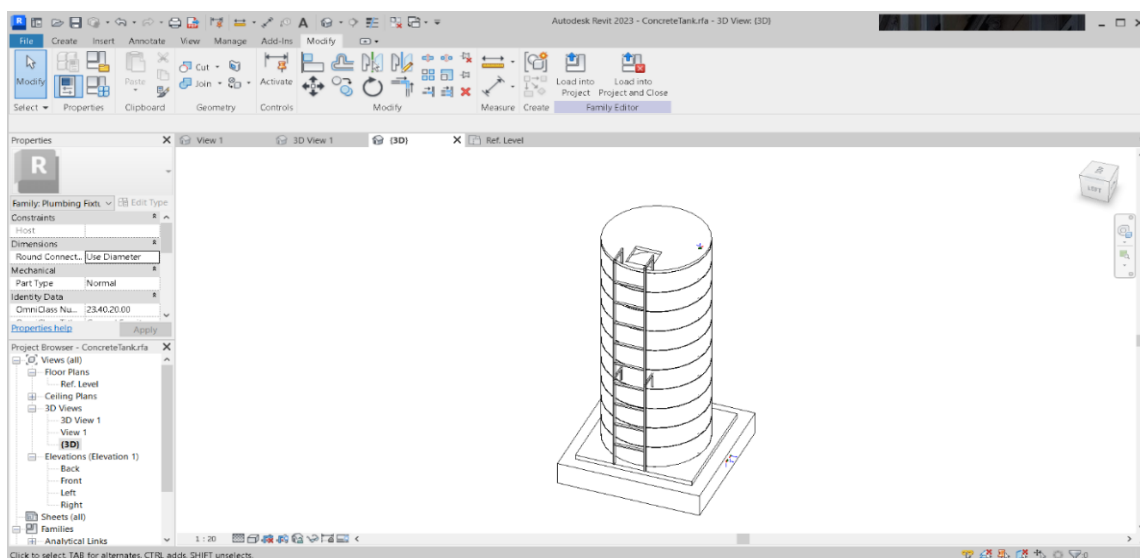
شکل ۱: نمایی از روند اجرایی تحقیق.

۶- مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای مخزن بتنی نفتی و نتایج آن

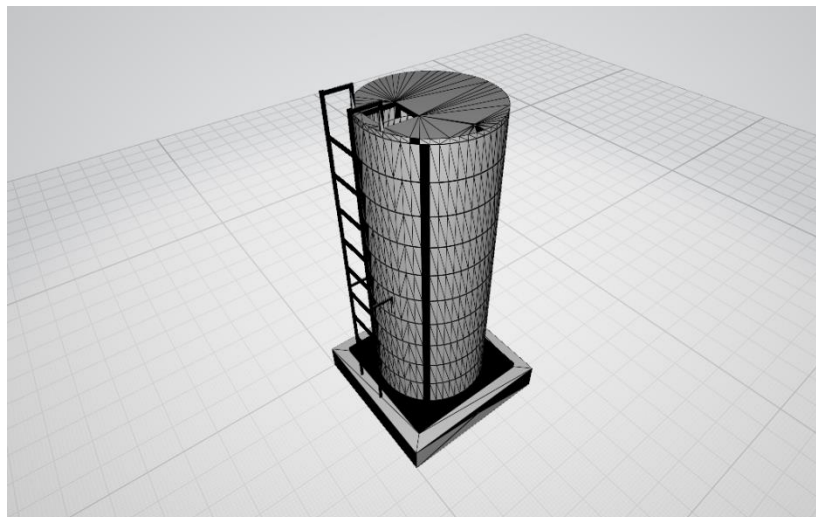
در این بخش به ارائه نتایج تحلیل‌های انجام شده در تحقیق حاضر پرداخته شد. نتایج مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای مخزن ذخیره‌سازی بتنی نفتی در ادامه ارائه شده است. مدل ساخته شده برای مخزن بتنی نفتی در قالب نرم افزار *Revit* براساس یک مخزن بتنی نفتی طراحی شد که جزییات آن به شرح اشکال (۲) الی (۵) ارائه شده است.



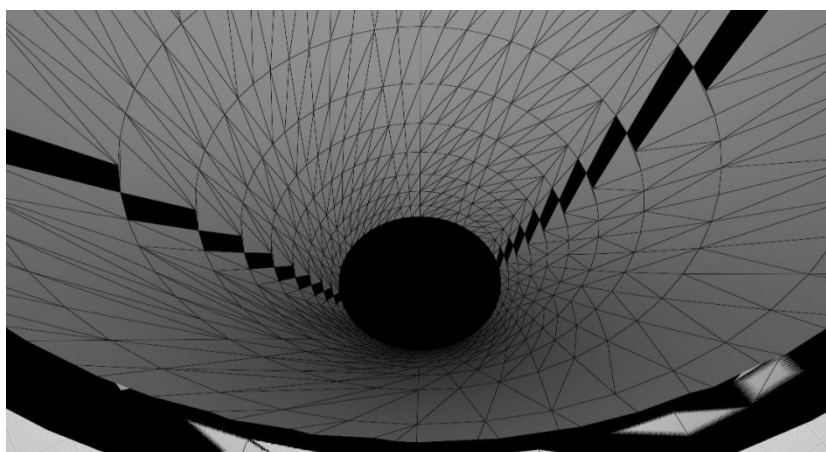
شکل ۲: نمایی از ابعاد طراحی شده در کف مخزن بتنی نفتی در نرم افزار Revit.



شکل ۳: نمایی از طرح مخزن بتنی نفتی در نرم افزار Revit.



شکل ۴: نمای بیرونی از مش بندی مخزن بتنی نفتی جهت تحلیل.

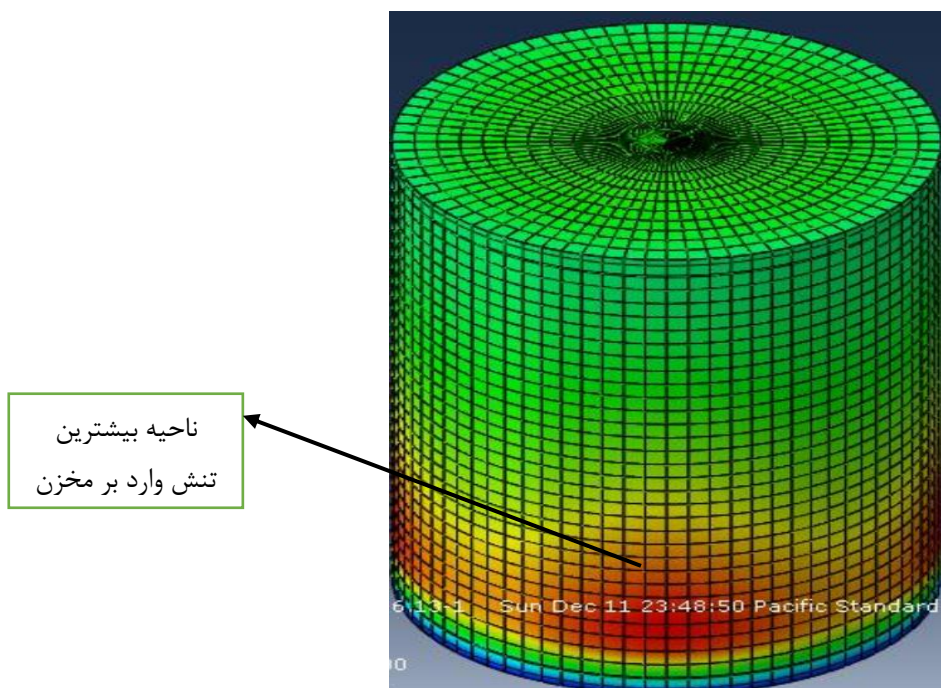


شکل ۵: نمای داخلی از مش بندی مخزن بتنی نفتی جهت تحلیل.

براساس مدل‌های اطلاعات وارد شده در مدل‌سازی اطلاعات سازه‌ای مخزن بتنی نفتی نشان داده شد که با میزان درجه بندی انجام شده به عنوان خروجی نرم افزار، محل خرابی برای سازه شناسایی شده تا به سرعت به مدیریت نگهداری آن پرداخت تا منجر به کمترین آسیب به کل سازه شود. در این بخش به مدل‌سازی عوامل موثر ایجاد خرابی در مخزن بتنی نفتی در نرم افزار پرداخته شد که به شرح زیر نشان داده شده است:

-نشست زمین

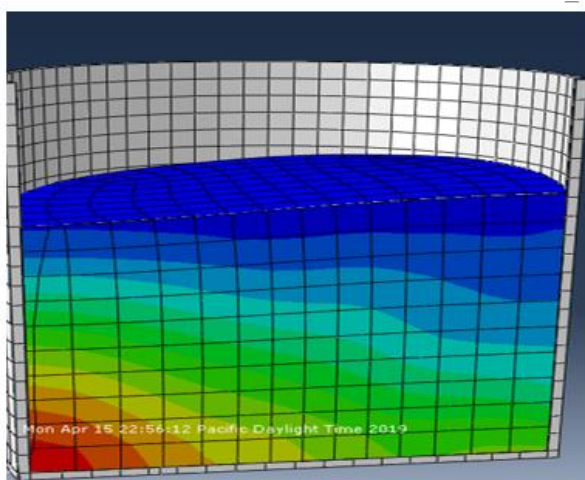
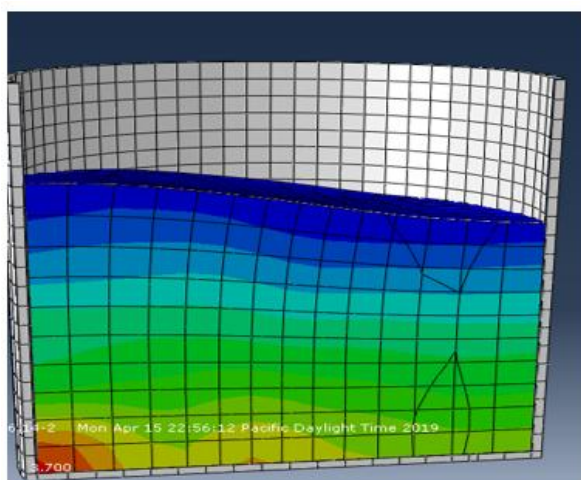
در این عامل که منجر به خرابی به ویژه در بخش نزدیک به پایین مخزن شده است، خروجی پس از تحلیل نرم افزاری به صورت شکل (۶) نشان داده شده است. در این شکل نشان از احتمال خرابی و آسیب‌پذیری بالا در نواحی قرمز رنگ و پس از آن نارنجی و زرد داشته و بازرسی سریع از این نواحی باید در دستور مدیر نگهداری و کارکنان مربوطه قرار گیرد. این نواحی به دلیل تجمع تنش‌های بالا می‌توانند منجر به خطراتی در سازه و همچنین سیال داخل آن شوند.

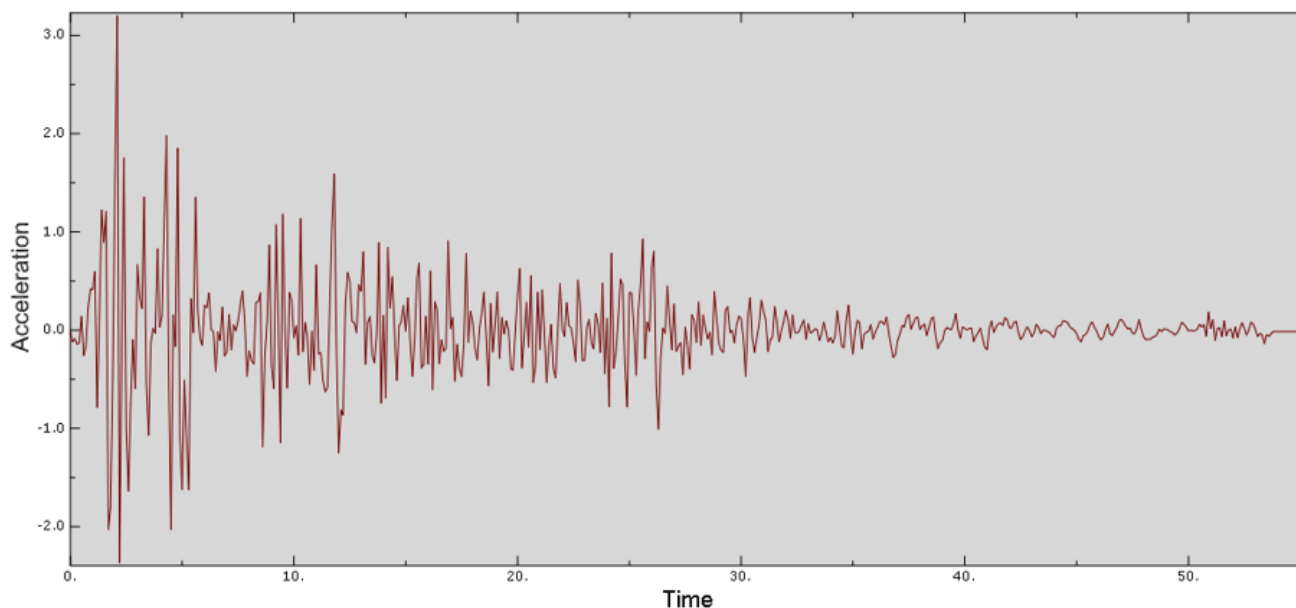


شکل ۶: نمایی از تحلیل انجام گرفته برای عامل خرابی نشست زمین و تاثیر آن بر سازه مخزن ذخیره سازی بتنی نفتی.

-زلزله

در این بخش مدل سازی اثر زلزله روی مخزن ذخیره سازی بتنی نفتی بررسی شده و پس از رخداد زلزله، نفت داخل مخزن شروع به حرکت نموده و به دیواره مخزن برخورد کرده است. در شکل (۷) می توان نمایی از نتایج این آنالیز را مشاهده نمود. در شکل (۸) نیز نمودار شتاب - زمان اراپه شده است. این پدیده از دیدگاه سازه ای توانسته شرایط بحرانی را برای سازه ها به وجود آورد که از آن جمله می توان به افزایش مقدار تنش وارد بر بدنه مخزن اشاره کرد. همچنین ترک خوردگی از جداره داخلی و انتقال به جداره بیرونی سازه مخزن به وجود آمده است. در این اشکال از نمای داخلی که بیشتر اثر زلزله را بر تغییرات مایع داخل مخزن و تنش های ایجاد شده در آن نشان می دهد، ارائه شده و در پی آن خرابی هایی به صورت ترک خوردگی که به جداره مخزن انتقال داده، تصویر شده است. به طبع آن احتمال سوراخ شدن و ریزش مواد نفتی به بیرون از مخزن بسیار بالاست.



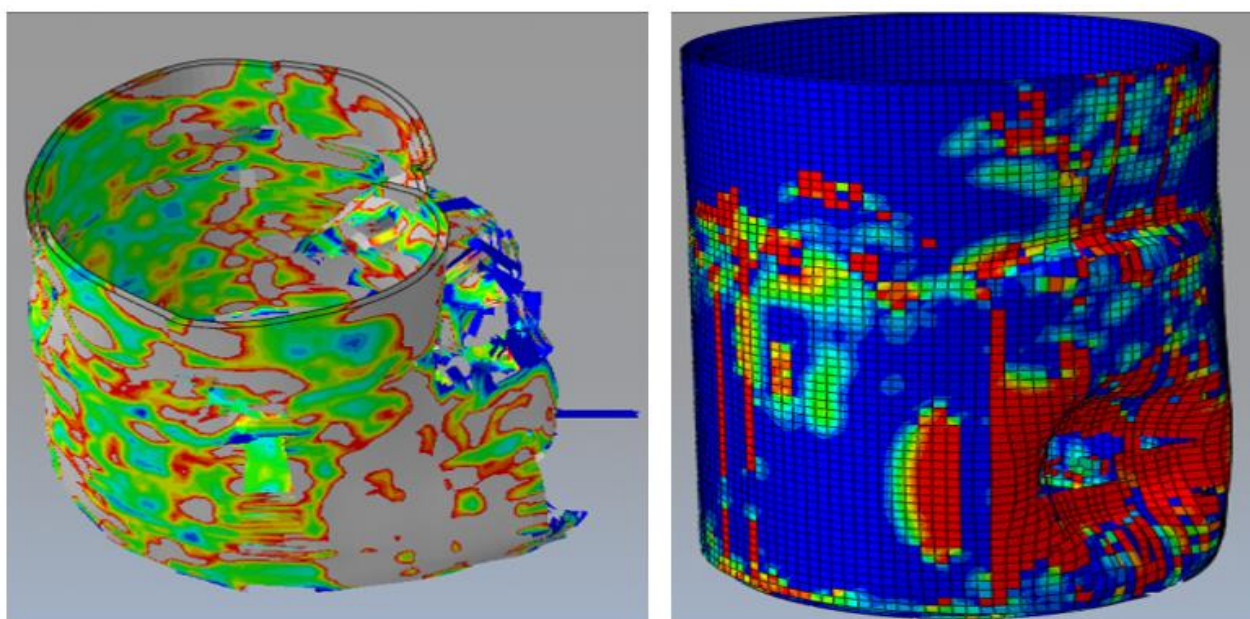


شکل ۷: نمایی از لحظات اولیه و ثانویه زلزله و تاثیر آن بر روی مخزن ذخیره سازی بتنی نفتی.

شکل ۸: نمودار شتاب زلزله در طی زمان.

انفجار و آتش سوزی

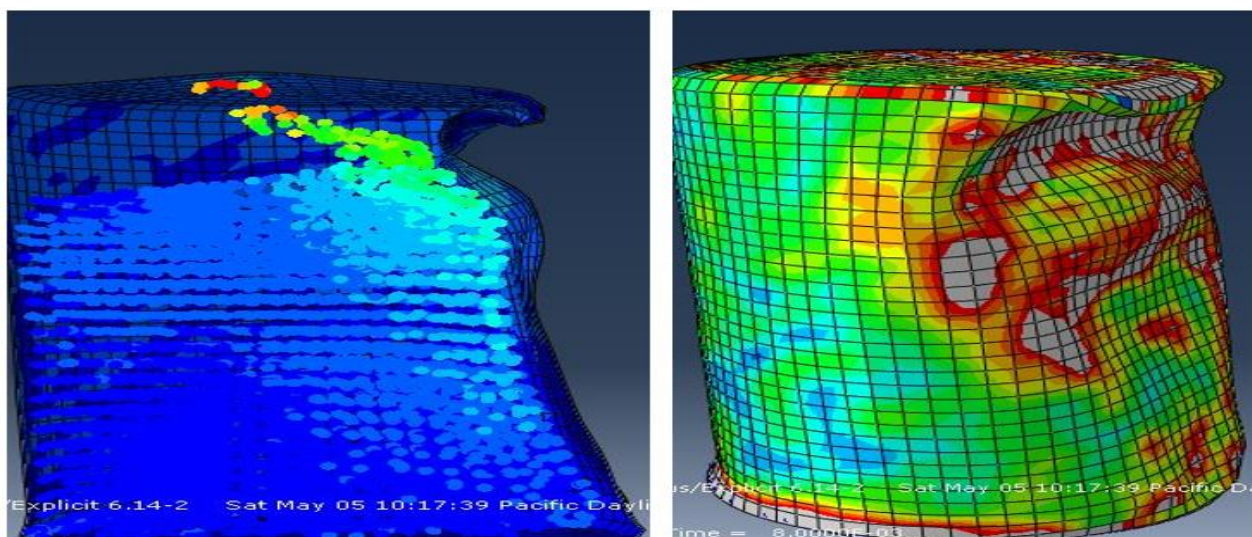
یکی از رخدادهایی که بر روی مخازن ذخیره سازی بتنی نفتی می تواند رخ بدهد، پدیده انفجار و آتش سوزی است که به دلیل ماهیت نفتی مایع داخل آن بسیار خطرناک است. پس از اتمام آنالیز به خوبی می توان تمامی خروجی از قبیل آسیب در مخزن، تنش ها در نقاط مختلف مخزن و همچنین تغییر شکل هایی که به واسطه آن رخ داده است را مشاهده نمود. در شکل (۱۰) نتایج این آنالیز ارائه شده است. همانطور که از این اشکال بر می آید، در مراحل اولیه تنش در نواحی اطراف یک گودال در جداره مخزن رخ داده است و سپس در مرحله ثانویه و پس از آن به فروپاشی مخزن منجر گردیده است.



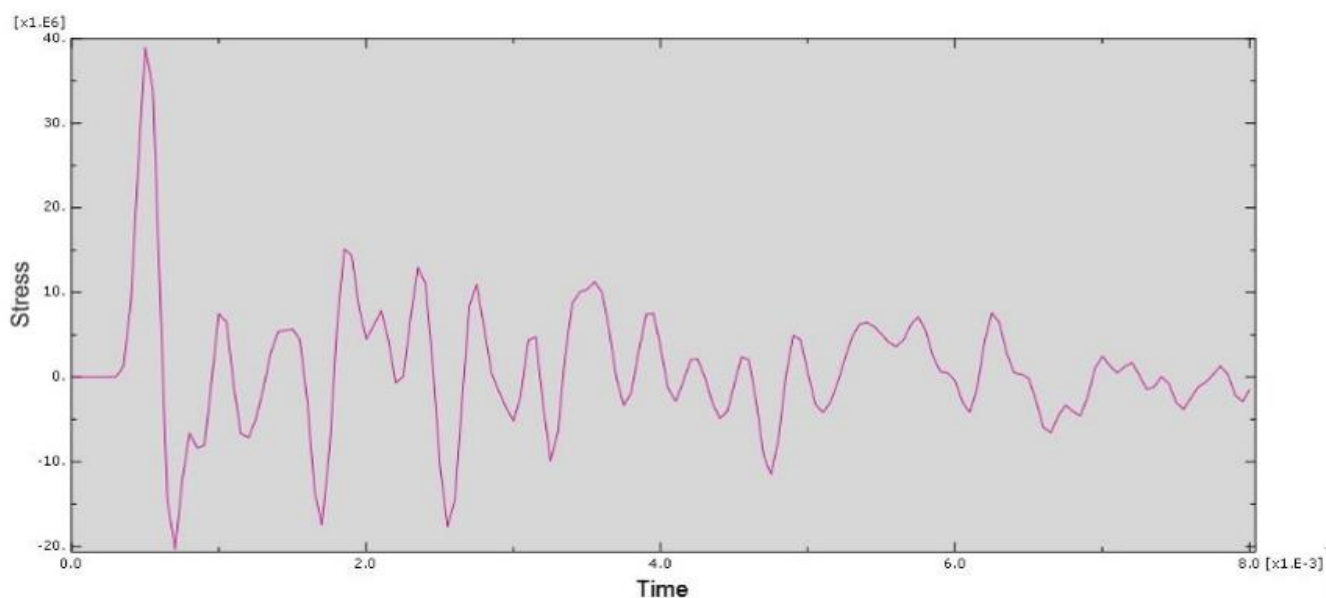
شکل ۱۰: نمایی از مراحل اولیه و ثانویه انفجار و تنش های حاصله.

برخورد شی سخت با مخزن ذخیره سازی بتنی نفتی

در اثر برخورد یک شی سخت با مخزن ذخیره سازی بتنی نفتی می توان این طور دریافت که در شکل (۱۱) مراحل ابتدایی، بخش بالایی مخزن و مایع درون آن را به سمت عقب رانده و تنش و خرابی زیادی در آن بخش با رنگ قرمز حاصل نموده و پس از آن می تواند به تخریب کامل سازه در بخش بالایی و نشت نفت از داخل مخزن منجر گردد که عواقب خطرناکی را به دنبال داشته است. بنابراین شناسایی این نقاط در این پدیده می تواند به مدیران و کارکنان کمک نماید تا قبل از رخداد این پدیده، هر چه سریع تر به نگهداری سازه بپردازند. در شکل (۱۲) نیز نمودار تنش وارده به مخزن نشان داده شده است.



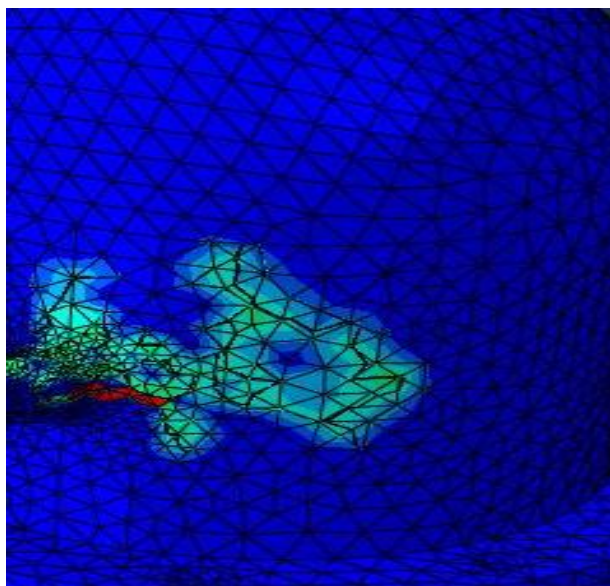
شکل ۱۱: نمایی از مرحله نهایی برخورد شی سخت به مخزن ذخیره سازی بتنی نفتی.



شکل ۱۲: نمودار تنش وارده برحسب زمان.

-ترک خوردگی، سوراخ شدن و نشست مواد نفتی

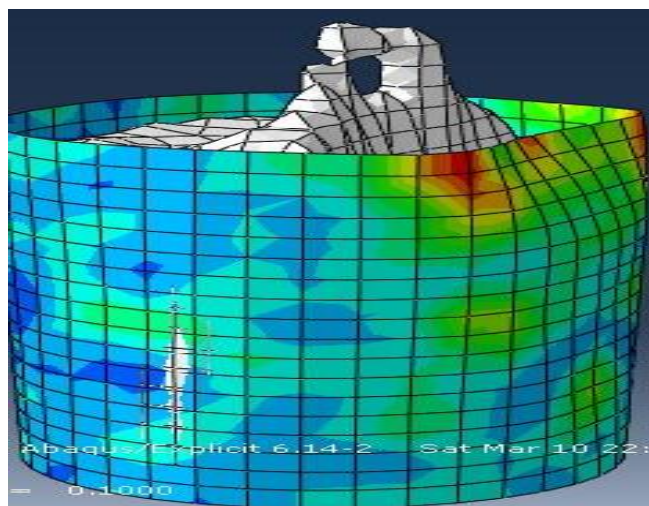
در این بخش با توجه به سوراخ شدن بخشی از جداره مخزن به دلیل عدم اجرای مناسب سازه و یا عدم بازرسی و نگهداری به موقع آن، منجر به ایجاد نشست مواد نفتی و همچنین ترک خوردگی به دلیل تجمع تنش در نواحی مجاور آن شده است. در شکل (۱۳) نمایی از سوراخ شدن، ترک خوردگی در جداره مخزن ذخیره سازی بتنی نفتی ارائه شده است.



شکل ۱۳: نمایی از سوراخ شدن، ترک خوردگی در جداره مخزن ذخیره سازی بتنی نفتی.

-تنش مایع داخل مخزن ذخیره‌سازی بتنی نفتی

این پدیده هنگامی اتفاق می‌افتد که مخزنی که به‌صورت جزئی از سیال پر شده است، تحت نیروهای خارجی پایا و یا گذرا قرار گیرد. در این حالت، سطح آزاد مایع حرکت نموده و به دیواره‌های مخزن برخورد کرده و با دیواره مخزن تبادل تنش می‌نماید. این نیروها ممکن است سبب بروز مشکلاتی مانند اختلال در عملکرد مخزن گردد. بنابراین تنش‌های مایع داخل مخزن باعث آسیب رسانی به جداره مخزن شده است که شناسایی آن می‌تواند به مدیران و کارکنان بازرسی برای دستیابی سریع به محل دارای بیشترین تنش که می‌تواند خرابی‌هایی را برای مخزن به همراه بیاورد، کمک نماید. همان‌طور که مشخص است در بخش فوقانی مخزن به دلیل حرکت سیال درون آن، رنگ‌های قرمز و نارنجی رنگ بر روی المان‌ها مشخص شده است و در آن نقاط آسیب شدیدی به سازه مخزن رسیده که نیازمند نگهداری است (شکل ۱۴).



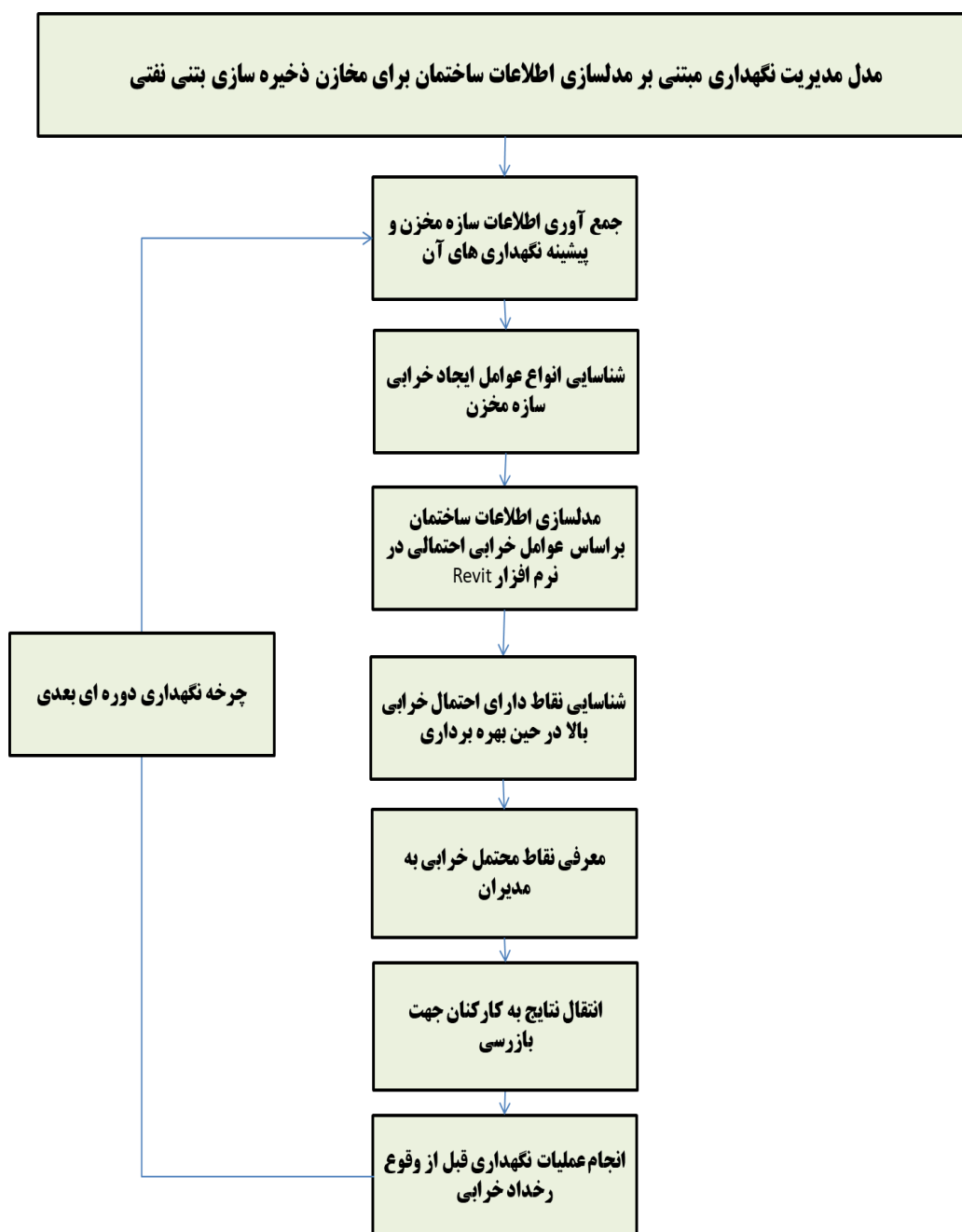
شکل ۱۴: نمایی از پدیده تنش مایع داخل مخزن ذخیره سازی بتنی نفتی.

خروجی‌های حاصله توانسته به کاهش اتلاف انرژی به دلیل سرعت بخشیدن به رسیدگی به محل آسیب دیده سازه و همچنین کاهش خرابی زیست محیطی به دلیل جلوگیری نشت مواد نفتی از درون مخزن منجر شود. همان‌طور که گفته شد، هدر رفت انرژی و زمان و افزایش سرعت رسیدگی به نقاط آسیب دیده در سازه مخزن ذخیره‌سازی بتنی نفتی باعث کاهش هزینه‌ها از منظر اقتصادی و همچنین افزایش نسبت منافع به هزینه می‌شود. رویکرد حاضر به نسبت دیگر روش‌های مدیریت و نگهداری سازه می‌تواند به طور موثری بهتر عمل کند و با سرعت بسیار بالاتری به رفع مشکل ایجاد شده در سیستم سازه‌ای مبادرت نماید.

از آنجایی که روش‌های موجود و استانداردهای حال حاضر جهانی برای نگهداری سازه مخزن بتنی نفتی به دلیل عدم شناسایی به موقع و بازرسی سریع توسط کارکنان، خرابی‌ها را آگاهانه مورد بررسی قرار نمی‌دهند و زمان زیادی را برای شناسایی، بازرسی و نگهداری صرف می‌کنند، هزینه‌های جبران ناپذیری را به این واسطه منجر می‌سازند چرا که در روش‌های قبلی زمان شناسایی و بازرسی و نگهداری به دلیل روند قابل پیش‌بینی و مبتنی بر اطلاعات سازه طولانی‌تر می‌شود، در رویکرد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به دلیل شناسایی سریع مبتنی بر اطلاعات ورودی و از پیش وارد شده به سیستم نرم افزاری آن، می‌توان با تحلیل‌های سریع نرم افزاری، محل‌های دارای آسیب پذیری به واسطه اطلاعات از پیش وارد شده به صورت مرحله‌ای و دوره‌ای دست یافت.

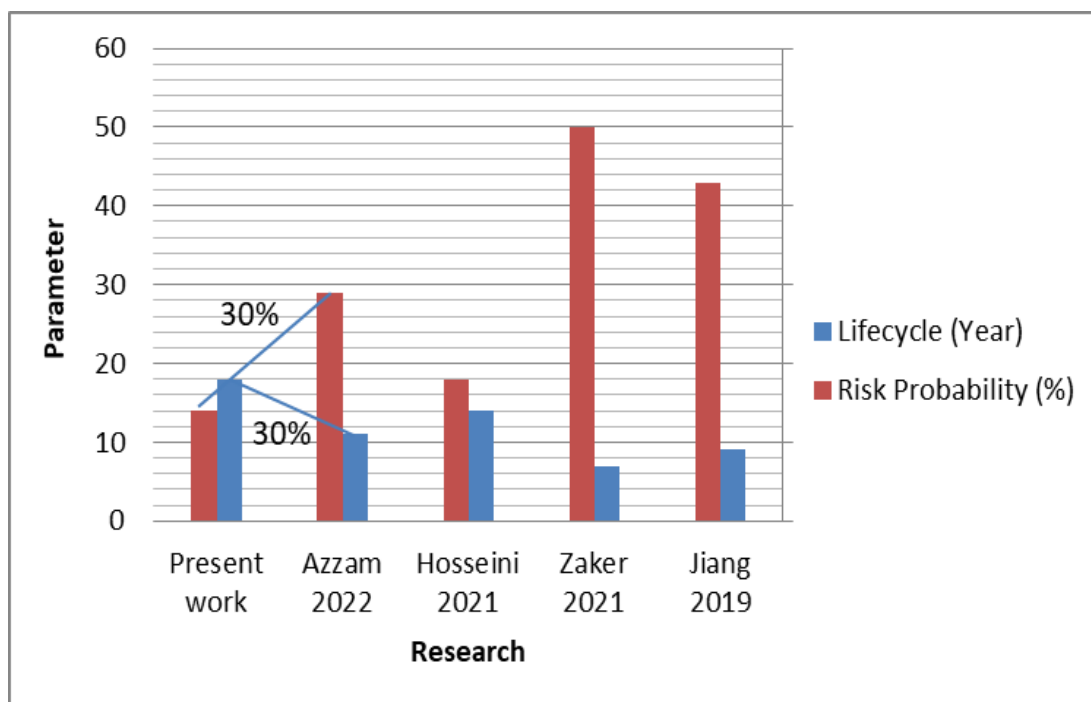
با توجه به موارد ذکر شده می‌توان مدل پیشنهادی این تحقیق را مطرح کرد که در فلوجارت شکل (۱۵) ارائه شده است. مزیت این مدل مدیریت نگهداری را می‌توان در آن دانست که می‌تواند سرعت پایین در عیب‌یابی نقاط مسأله دار و آسیب دیده در سیستم سازه‌ای مخزن بتنی نفتی را پوشش دهد و به سرعت مدیر کنترل سازه می‌تواند محل آسیب دیدگی را شناسایی کرده و به کارکنان محل آن را جهت رفع نقص نشان دهد. همچنین نقاط احتمالی نیاز به نگهداری به منظور جلوگیری از ایجاد آسیب‌های احتمالی آتی را پیشنهاد داده است. بنابراین موارد منجر به خرابی را در این رویکرد می‌توان سریع‌تر مشخص نمود و بازرسی مورد نظر را برای آن انجام داد.

از آنجایی که روش‌های موجود و استانداردهای حال حاضر جهانی برای نگهداری سازه مخزن ذخیره‌سازی بتنی نفتی به دلیل عدم شناسایی به موقع و بازرسی سریع توسط کارکنان، خرابی‌ها را آگاهانه مورد بررسی قرار نمی‌دهند و زمان زیادی را برای شناسایی، بازرسی و نگهداری صرف می‌کنند، منجر به هزینه‌های جبران ناپذیری می‌شوند. چرا که زمان شناسایی و بازرسی و نگهداری به دلیل روند قابل پیش‌بینی و مبتنی بر اطلاعات سازه طولانی‌تر از روش‌های قبلی می‌شود، در رویکرد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به دلیل شناسایی سریع مبتنی بر اطلاعات ورودی و از پیش وارد شده به سیستم نرم افزاری، می‌توان با تحلیل‌های سریع نرم افزاری، محل‌های دارای آسیب پذیری به واسطه اطلاعات از پیش وارد شده به صورت مرحله‌ای و دوره‌ای دست یافت.



شکل ۱۵: نمایی از فلوچارت پیشنهادی مدیریت نگهداری تحقیق حاضر.

۷- نتیجه گیری



- ۱- با مدل پیشنهادی در تحقیق حاضر، نگهداری‌های مربوط به مخازن بتنی نفتی با توجه به شناسایی ارزیابی و تعیین عوامل مهم ایجاد خرابی به صورت نگهداری پیشگیرانه و مبتنی بر اقدامات با دقت و برنامه ریزی و به ویژه براساس کنترل و بازرسی صحیح انجام شده که منجر به ۳۰٪ سرعت بیشتر در تحلیل خرابی نسبت به روش‌های پیشین شده است.
- ۲- مزیت مدل نگهداری پیشنهاد شده برای مخازن بتنی نفتی در آن است که سرعت پایین در عیب یابی نقاط مسأله دار و آسیب دیده در سیستم سازه‌ای مخزن بتنی نفتی را پوشش می‌دهد و به سرعت مدیر کنترل سازه محل آسیب دیدگی را شناسایی کرده و آن را به کارکنان محل جهت رفع نقص نشان می‌دهد. خروجی‌های حاصله به کاهش اتلاف انرژی به دلیل سرعت بخشیدن به رسیدگی به محل آسیب دیده از سازه و همچنین کاهش خرابی‌های زیست محیطی به دلیل جلوگیری و یا رسیدگی سریع به هدر رفت و نشت مواد نفتی از درون مخزن به میزان ۵۰٪ را منجر شده است.
- ۳- به واسطه به کارگیری رویکرد هوشمندانه مدل مدیریت نگهداری با استفاده از *BIM* مزیت‌هایی از قبیل کاهش خسارات و افزایش طول عمر مخزن بتنی به میزان ۳۰٪، بهره برداری بی وقفه به دست آمده است. همچنین علیرغم داشتن هزینه های اجرایی و پیاده سازی اولیه بالا، مزایای دیگری به منظور جبران هزینه‌های اولیه داشته که می‌تواند شامل افزایش بهره‌وری در اقتصاد کشور، حفظ محیط زیست با نگهداری اطمینان محور، کاهش احتمال خرابی و رساندن آن به پایین ترین میزان شود.

۸- مراجع

- 1-Jiang, D., Tan, K. H., Dai, J., Ong, K. C. G., & Heng, S. (2019). Structural performance evaluation of innovative prestressed concrete floating fuel storage tanks. *Structural Concrete*, 20(1), 15-31.
- 2-Li, J., Hou, L., Wang, X., Wang, J., Guo, J., Zhang, S., & Jiao, Y. (2014). A project-based quantification of BIM benefits. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 11(8), 123.
- 3-Janowski, A., Szulwic, J., & Zuk, M. (2015, June). 3D modelling of liquid fuels base infrastructure for the purpose of visualization and geometrical analysis. In *SGEM2015 Conference Proceedings (Vol. 1, p. 753)*.

- 4-Vishnu, E., & Saran, S. (2018). Semantic modeling of utility networks implementation of use cases for Dehradun city. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 139-145.
- 5-Sporr, A., Zucker, G., & Hofmann, R. (2020). Automatically creating HVAC control strategies based on Building Information Modeling (BIM): Heat provisioning and distribution. *Energies*, 13(17), 4403.
- 6-Rostamabadi, A., Jahangiri, M., Zarei, E., Kamalinia, M., & Alimohammadlou, M. (2020). A novel Fuzzy Bayesian Network approach for safety analysis of process systems; an application of HFACS and SHIPP methodology. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118761.
- 7-Rogach, O., Pidchosa, O., & Dziuba, P. (2020, May). Geographic information and cyber-physical systems in oil and gas industry: Benefits, problems and integration prospects. In *Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020 (Vol. 2020, No. 1, pp. 1-5)*. European Association of Geoscientists & Engineers.
- 8-Salim, M. S., & Mahjoob, A. M. R. (2020, August). Achieving the Benefits and Requirements of Integrated Project Delivery Method Using BIM. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 901, No. 1, p. 012033)*. IOP Publishing.
- 9-Abed, H. R., Hatem, W. A., & Jasim, N. A. (2020). Role of BIM technology in enhancing safety analysis of Iraqi oil projects. *Asian Journal of Civil Engineering*, 21(4), 695-706.
- 10-Landucci, G., Ricciardi, L., Rossi, L., Ovidi, F., & Di Donato, L. (2020). Quantitative Methodology to Support the Hazard Assessment of Confined Space Operations in the Process Industry. *Chemical Engineering Transactions*, 82, 1-6.
- 11-Hosseini, O., & Maghrebi, M. (2021). Risk of fire emergency evacuation in complex construction sites: Integration of 4D-BIM, social force modeling, and fire quantitative risk assessment. *Advanced Engineering Informatics*, 50, 101378.
- 12-Zaker, R., Eghra, A., & Pahlavan, P. (2021). Documentation and Hbim of Industrial Heritage Using Drone Images: Petroleum Reservoir of Mashhad. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46, 917-923.
- 13-Maqsoom, A., Aslam, B., Ismail, S., Thaheem, M. J., Ullah, F., Zahoor, H., & Vatin, N. I. (2021). Assessing Rainwater Harvesting Potential in Urban Areas: A Building Information Modelling (BIM) Approach. *Sustainability*, 13(22), 12583.
- 14-Aziz, M. A., Wong, C. F., Haron, N. A., Ales, A. H., Effendi, R. A. A. R. A., & Tan, O. K. (2022). CRITICAL SUCCESS FACTORS FOR BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) IMPLEMENTATION FOR POWER PLANT PROJECTS IN MALAYSIA. *IIUM Engineering Journal*, 23(1), 34-45.
- 15-Azzam, A., El Zayat, M., & Marzouk, M. (2022). Integrated approach for sustainability assessment in power plant projects using Building Information Modeling. *Energy for Sustainable Development*, 66, 222-237.