

بنام خدا



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

گزارش

بررسی آتش سوزی برج گرنفل لندن (Grenfell Tower)

از دیدگاه

مدیریت بحران حادثه

حادثه مورخ چهارشنبه، ۲۴ خرداد ۱۳۹۶ ، ۱۴ ژوئن ۲۰۱۷



تهیه کننده

بخش زلزله شناسی و خطرپذیری

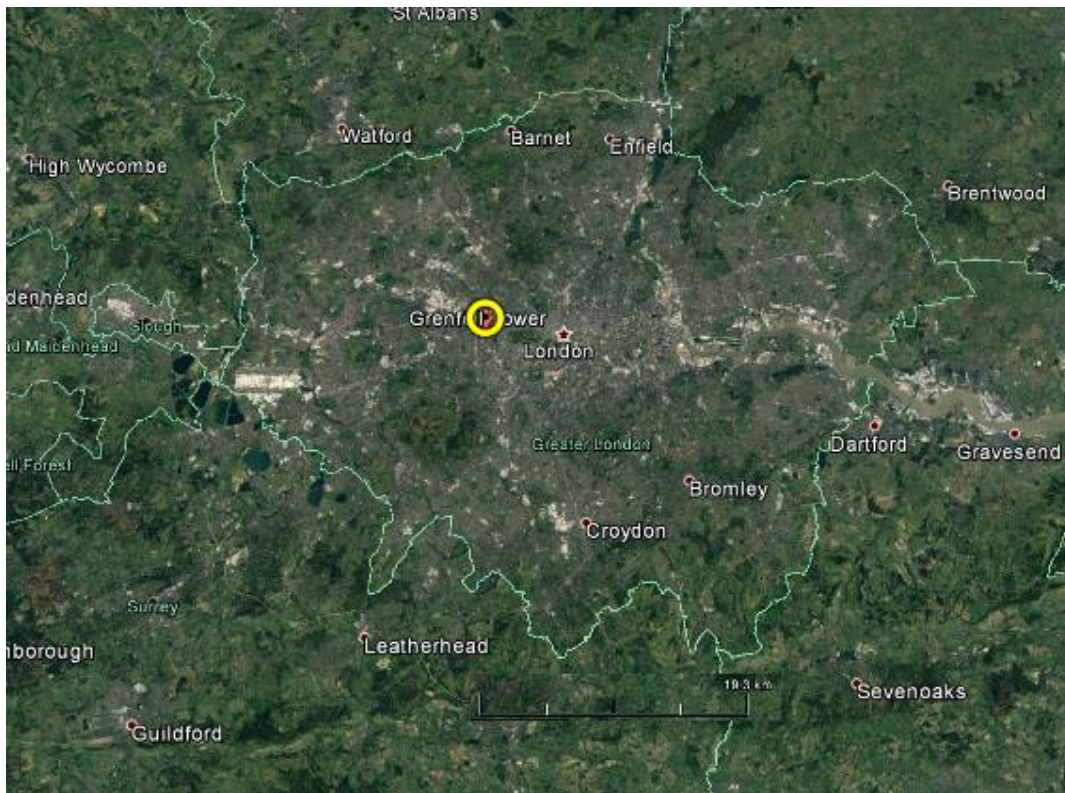
بیست و ششم خردادماه ۱۳۹۶

فهرست مطالب

۳	۱- زمان و موقعیت جغرافیائی
۶	۲- مشخصات برج گرنفل و پایداری آن در برابر آتش
۱۳	۳- علت آتش سوزی و گسترش آن
۱۸	۴- مدیریت بحران حادثه
۲۵	۵- نقاط ضعف
۲۵	۶- مقایسه ای با حادثه پلاسکو، حادثه سی ام دی ماه ۱۳۹۵
۲۸	۷- درس هایی برای ما
۲۹	۸- عکس ها

۱- زمان حادثه و موقعیت جغرافیائی

برج ۲۴ طبقه گرنفل^۱ واقع در کنزینگتن^۲ در غرب لندن با کاربری مسکونی، ساخته شده در سال ۱۹۷۴، شامل ۱۲۰ واحد مسکونی بود. زمان شروع آتش قبل از ساعت ۱ صبح بوده و اعلام به آتش نشانی لندن در ساعت ۱۲:۵۴ صبح ثبت شده است (زمان BST). در شکل ۱، موقعیت کلی کلانشهر لندن و محدوده آن و نیز موقعیت برج گرنفل نشان داده شده است.



شکل ۱- محدوده کلانشهر لندن و موقعیت برج گرنفل

ابعاد لندن بزرگ در سوی شرقی- غربی به ۶۰ کیلومتر و در جهتی عمود بر آن بالغ بر ۴۷ کیلومتر است. مساحت این کلانشهر حدود ۱۵۷۲ کیلومتر است که شهر لندن در بخش مرکز آن قرار گرفته است (شکل ۲).

برج ۴۳ ساله گرنفل در محدوده مرکزی و اندکی بسمت غرب لندن واقع شده است. مختصات طول جغرافیای آن - ۰.۲۱۶ (اندکی به سمت غرب از نصف النهار گرینویچ، حدود ۲۰ کیلومتر) و عرض جغرافیایی ۵۱.۵۱۴ می باشد. ارتفاع زمین برج از سطح دریا، حدود ۸ متر می باشد (شکل های ۱-۳ و ۲-۳). برج در منطقه لنکستر^۳ لندن و در سمت شرقی جاده لاتیمر^۴ واقع شده است.

¹ Grenfell

² Kensington

³ Lancaster

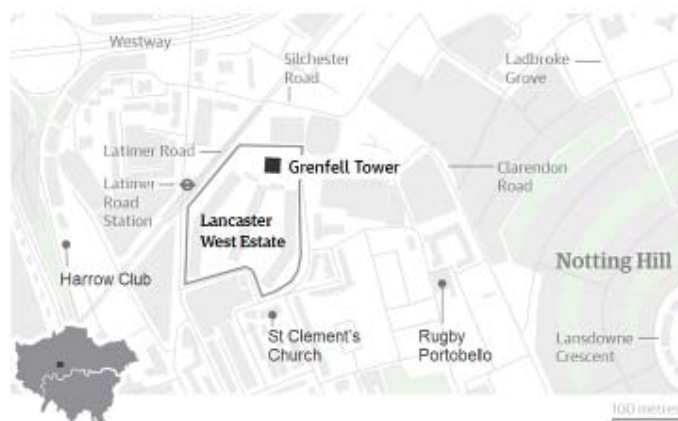
⁴ Latimer



شکل ۲- ابعاد کلانشهر لندن و موقعیت مرکزی شهر لندن در آن



شکل ۳-۱- موقعیت برج گرنفل و معابر اطراف آن



شکل ۳-۲- موقعیت برج گرنفل و ناحیه لنکستر و مناطق اطراف شهری لندن

۲- مشخصات برج گرنفل و پایداری آن در برابر آتش

در شکل ۴، نمایی از برج گرنفل قبل از آتش سوزی نشان داده شده است. احداث برج گرنفل از سال ۱۹۶۷ آغاز گردیده و در سال ۱۹۷۰ فاز اول بعنوان بخشی از پروژه توسعه لانکستر راه اندازی گردید. ادامه ساخت آن در سال ۱۹۷۲ بوده که در سال ۱۹۷۴ احداث بنا به اتمام می‌رسد چهار طبقه اول این ساختمان شامل واحدهای اداری-تجاری (شامل واحدهای اداری، اتاق ملاقات و مهد کودک) بوده و ۲۰ طبقه مسکونی (هریک از طبقات مسکونی شامل ۶ آپارتمان و در مجموع ۱۲۰ واحد مسکونی) بر روی آن واقع می‌باشد.

مشخصات ساختمان در شکل های ۱-۵ و ۲-۵ نشان داده شده است. در این ساختمان، پله های خروج (فقط یک مسیر برای پله ها وجود داشته است) و آسانسورها در قسمت میانی ساختمان واقع شده بود. آپارتمان های یک خوابه با مساحت ۵۱ مترمربع و آپارتمان های دوخوابه با مساحت ۷۵ مترمربع در دورتادور ساختمان با هدف نورگیری بیشتر طراحی و واقع شده‌اند. ارتفاع ساختمان نیز همانطور که از شکل ۱-۵ قابل برآورد است حدود ۷۵ متر می‌باشد.

این برج توسط نمایندگان کنزینگتون و سازمان مدیریت اجاره چلسی (KCTMO)، بزرگترین سازمان اجاره مستاجران (TMO) در انگلستان، اداره می‌شد. هیات مدیره ساختمان، شامل هشت نفر از ساکنین، چهار عضو هیئت مدیره از نهادهای مذکور و سه عضو مستقل است.

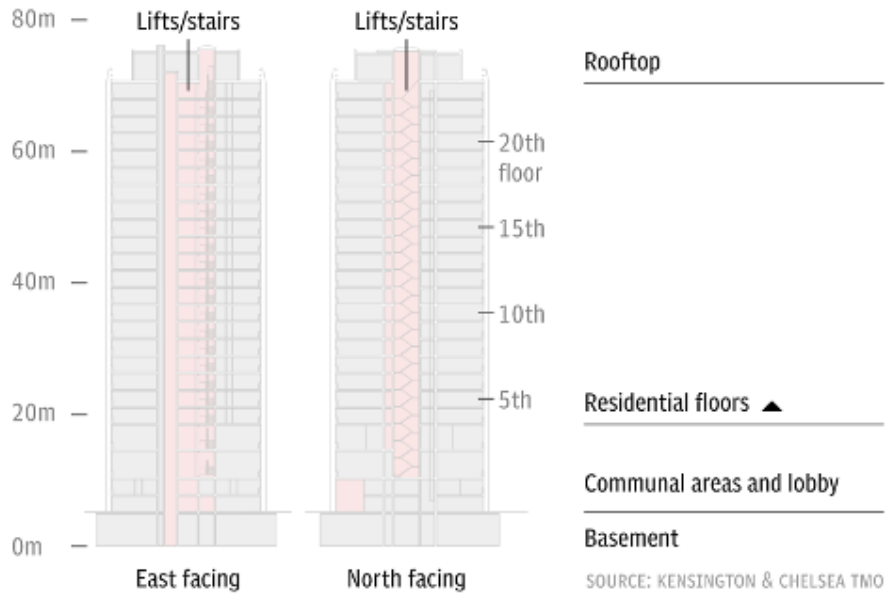
بازسازی برج در سال ۲۰۱۲ شروع شد. هزینه آن حدود ۱۰ میلیون پوند برآورد شده است. این عملیات در سال ۲۰۱۶ تکمیل شد. در عملیات بازسازی برج، در سال ۲۰۱۵-۲۰۱۶، با هدف کاهش مصرف انرژی و عمدتاً با این رویکرد، پنجره های جدید و روکش فلزی کامپوزیت با عایق حرارتی نصب گردید. این نما کاری با هزینه‌ای در حدود ۲.۶ میلیون پوند انجام شد.



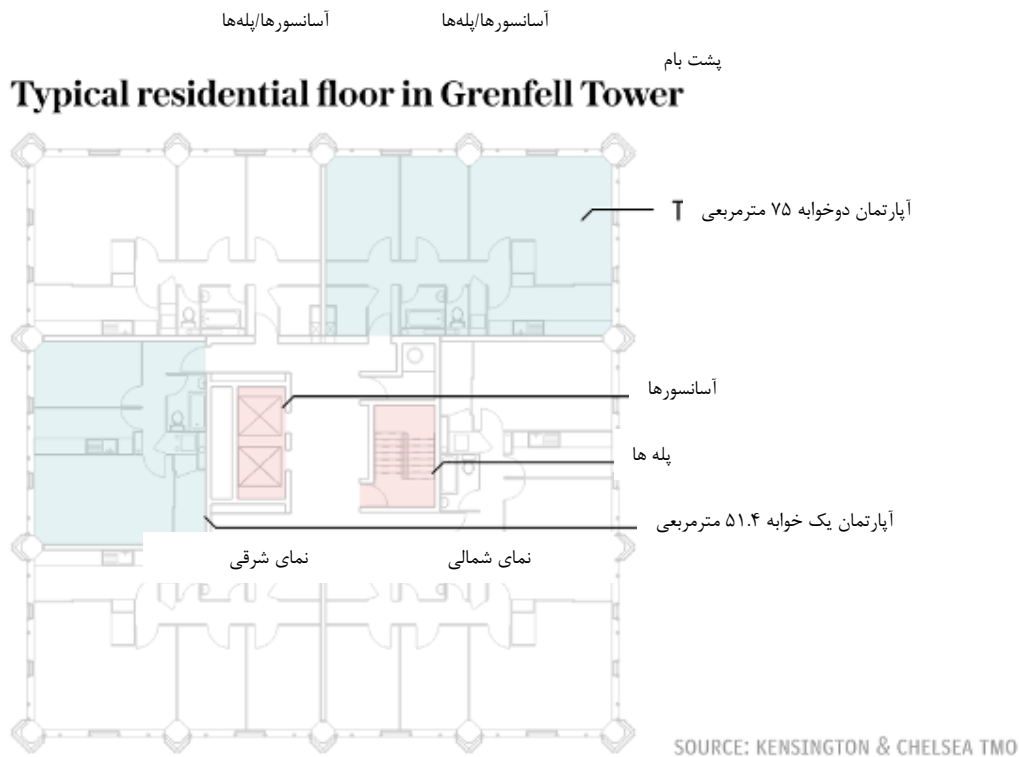
شکل ۴- نمایی از برج ۲۴ طبقه گرنفل قبلی از آتش سوزی

نیم رخ کناری برج گرنفل

Side profiles of Grenfell Tower



پلان تیپ طبقات برج گرنفل



شکل ۵-۱-۵ و ۲-۵-۲- پایین - ارتفاع و طبقات ساختمان (بالا) و پلان آن (پائین)

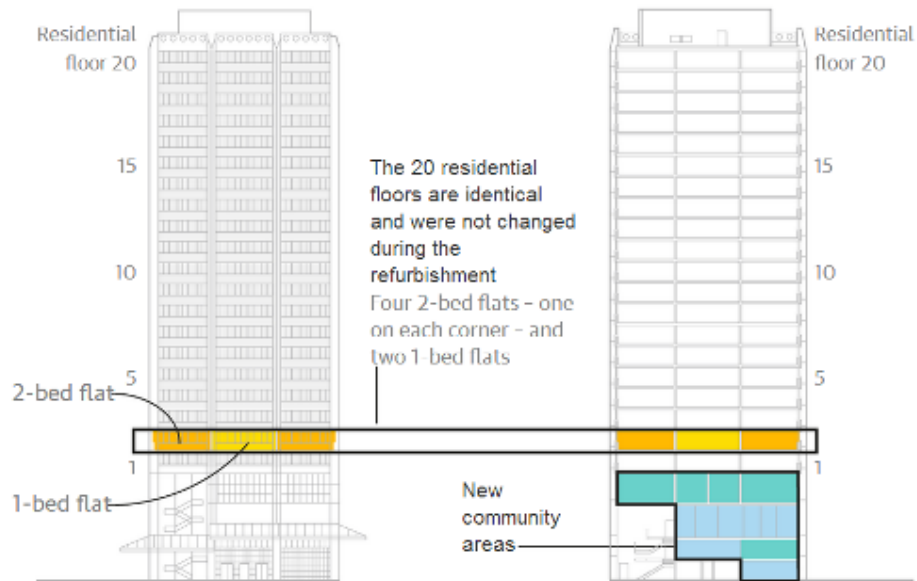
همانطور که ذکر گردید بازسازی ساختمان مشتمل بر تغییر کامل نمای آن و نصب روکش خارجی، پنجره دوجداره و یک سیستم گرمایش مرکزی جدید بود که این تعمیرات در سال ۲۰۱۶ پایان می‌یابد. ۲۰ طبقه مسکونی در بازسازی ساختمان شکل خود را حفظ و تغییر نکردند. در شکل ۶-۱ تغییرات نمای ساختمان بعد از بازسازی نشان داده شده است. همچنین موقعیت واحدهای دوخوابه و تکخوابه نیز در شکل ۶-۲ با رنگ های مشخصی تفکیک شده است. در این شکل بخش‌های عمومی ساختمان نیز جانمایی شده‌اند.

1974 - building complete

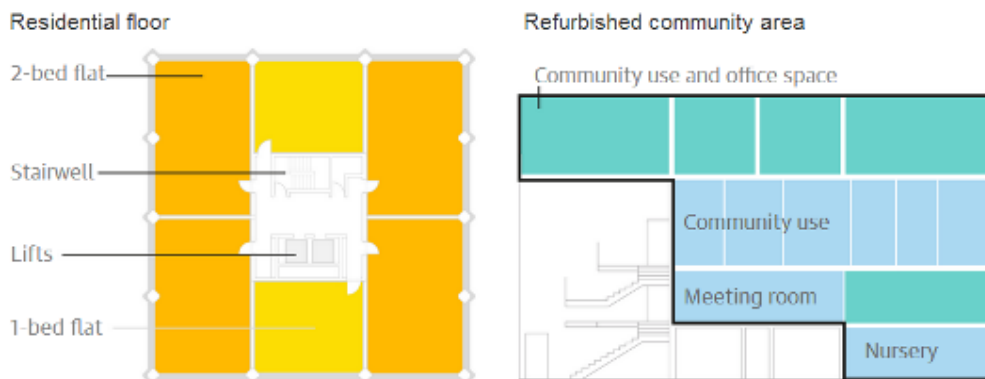
20 storeys of residential flats and four storeys of community/office spaces

2016 refurbishment

£10m project which included exterior cladding, double glazing and a new communal heating system



شکل ۶-۱ تغییرات نمای ساختمان گرنفل بعد از بازسازی (سمت راست) نسبت به حالت قبل (سمت چپ)



شکل ۶-۲ پلان واحدها و طبقات با کاربری غیر مسکونی

۱-۲- عدم فروریزش و پایداری آن در برابر آتش

به نقل از دکتر جان کانپتون، استاد مهندسی ساختمان در دانشگاه نیوکاسل، اگر برج گرنفل چهار سال قبل تر از زمان احداث، ساخته می شد، به احتمال زیاد سقوط می کرد. وی معتقد است اگرچه هیچ تضمینی برای پایداری ساختمان وجود ندارد اما فروریزش ساختمان را بعد از آتش سوزی بسیار غیرمحتمل است. در واقع یکی از مهمترین دلایل پایداری برج گرنفل در مقابل ۹ ساعت آتش سوزی گسترده، تغییرات جدی در ضوابطی بوده که ۴ سال پیش از احداث بنا برای ساختمان های انگلستان اجباری شده بود. مقررات ساخت و ساز در سال ۱۹۷۱ پس از انفجار گاز در طبقات فوقانی ساختمان مرتفعی در شرق لندن تغییر کرد که در آن چهار نفر کشته شدند، در این حادثه، گوشه‌ای از ساختمان یک بلوک آپارتمانی ریزش کرد و و به تبع آن واحدهای مستقر در همان گوشه ساختمان بحالت دومینو ریزش کردند (شکل ۷).

پس از سال ۱۹۷۱ در انگلستان قوانین سختگیرانه ای وضع گردید، این قوانین به پایداری ساختمان ها در صورت انفجار و یا آتش سوزی کمک موثری کرد. دکتر ناپتون از دانشگاه ادینبورگ، معتقد است که وجود همین قوانین باعث گردید که برج گرنفل پایداری خود را حفظ نماید. به عقیده ی ایشان، اگر حادثه ساختمان رونان در شرق لندن اتفاق نیفتاده بود و قوانین سختگیرانه ای وضع نمی شد، برج گرنفل حتما فرو می ریخت. در بیان این مساله باید توجه داشت که پایداری برج با وجود حجم بالای آتش و گسترش آن به اکثر فضاهای این ساختمان اتفاق افتاده است.



شکل ۷- ریزش بخشی از ساختمان رونان واقع در شرق لندن در اثر انفجار گاز و آتش سوزی

گفته شده این آتش سوزی از طبقه چهارم این برج مسکونی به بخش‌های دیگر سرایت پیدا کرده است. همچنین بر طبق گزارش مقامات، علت آتش سوزی در این برج هنوز به طور قطع، تعیین نشده است اما اتصال برق یکی از قوی‌ترین دلایل محتمل به حساب می‌آید.

بر اساس اطلاعات به دست آمده برای این ساختمان، باید ابراز داشت که این برج دارای اسکلت بتنی شامل ستون‌های متعدد در پلان و همچنین چند دیوار برشی بوده است که همین امر نوع رفتار این سازه را در آتش سوزی تعیین می‌نماید. بر اساس مستندات به دست آمده از عکس‌ها، می‌توان شناسایی نمود که حدود ۱۰ تا ۱۲ ستون در هر وجه این برج بلندمرتبه نصب شده است و این امر به معنای آن است که باید تعداد زیادی ستون در کل ساختمان وجود داشته باشد و با این فرض می‌توان ابراز داشت که اسکلت این سازه دارای درجه «نامعینی بالا» است که این امر می‌تواند در کاهش اثرات تخریبی آتش بر سازه تاثیر بگذارد و روند آن را دچار کاهش نماید و احتمال تخریب‌ها و فروریزش در ساختمان را بکاهد. همچنین وجود ستون‌های متعدد در سازه موجب گردیده است که بار وارد بر این ستون‌ها تقسیم گردد و تاثیرگذاری هر کدام از این المان‌ها تعدیل گردد. بر همین اساس می‌توان تاثیرگذاری تعدد ستون‌ها در پلان را در جلوگیری از فروریزش سازه در آتش بالا در نظر گرفت. از سوی دیگر دیوار برشی که المانی صفحه ایست، در این سازه به یکپارچگی رفتار و مقاومت سازه در برابر بارهای جانبی کمک نموده و می‌توان اثر آن را در پایداری سازه در آتش گسترده بسیار حیاتی بر شمرد. بطور کلی المان دیوار برشی علاوه بر عملکرد مستقیم در زمان بروز بارهای جانبی مانند زلزله به عنوان یک جسم سخت یکپارچه، در زمان آتش سوزی نیز موجب انسجام بخشی بین طبقات و افزایش پایداری و ایستایی سازه بتنی می‌گردد. لازم به ذکر است که این ساختمان به شهرداری منطقه متعلق بوده، اما بر اساس اطلاعات موجود یک شرکت خصوصی اداره آن را به عهده داشته است. این ساختمان در سال ۲۰۱۲ طی چهار سال مورد بازسازی قرار گرفته است. بخشی از این فرآیند بازسازی، که بالغ بر ۱۰ میلیون پوند هزینه در پی داشته است، از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۶ مربوط به تعویض پنجره‌ها و نصب کامپوزیت‌های آلومینیومی جدید با عایق حرارتی بر روی بنای ساختمان بوده است. همچنین این ساختمان با فرآیندی موسوم به عملیات دوام برای زمان طولانی برای مقابله با آتش تجهیز شده است و ورودی هر واحد مسکونی مجهز به درهایی گردیده است که می‌توانستند بیش از ۳۰ دقیقه از سرایت آتش به داخل آپارتمان جلوگیری نمایند. بر این اساس می‌توان تاثیر این درب‌ها را در جلوگیری از گسترش آتش بصورت آنی و در زمان اندک بسیار حیاتی بر شمرد. از سوی دیگر نمای کامپوزیتی نصب شده بر روی این سازه، در مقابل آتش دارای ضعف بنیادین بوده و پس از سرایت آتش به آن موجب افزایش حجم آتش به دلیل شعله ور شدن و همچنین انتقال آتش از پوسته بیرونی به درون ساختمان گردیده است که این نکته جز نقاط ضعف اساسی این ساختمان محسوب می‌گردد.

همانطور که اشاره گردید، ساختمان برج گرنفل دارای اسکلت بتنی است. در اسکلت‌های بتنی در صورت بروز آتش سوزی، به دلیل وجود آب در فضای میان بافتی بتن، با افزایش درجه حرارت به بیش از ۱۰۰ درجه سانتیگراد، این آب تبخیر شده و فشار بخار در میان تخلخل بتن موجب افزایش فشار داخلی بدنه بتنی گشته و موجب بروز ترک در آن خواهد گردید، افزایش دما به بیش از ۳۰۰ درجه این روند را تسریع خواهد نمود و از این دما به بعد که معمولاً با تغییر

رنگ بتن به صورتی همراه خواهد بود، وضعیت بحرانی برای قطعه به وجود خواهد آمد که با تغییر فرم‌های ماندگار همراه خواهد بود.

با ادامه یافتن روند افزایش حرارت، از دمای ۶۰۰ درجه به بالا، قطعه بتنی دچار کاهش مقاومت چشمگیری خواهد گردید که بر اساس نتایج آزمایشگاهی بر روی قطعات بتنی در آتش، این کاهش مقاومت تا مرز ۵۰ درصد خواهد بود. لازم به ذکر است که هرچه نفوذپذیری بتن پایین‌تر باشد، به علت محبوس شدن فشار بخار آب، روند ترکیدگی و ترک خوردن بتن بیشتر خواهد بود. نفوذ فشار بخار به بخش میانی قطعه بتنی که شامل مصالح فولادی (میگردها) به عنوان آرماتور است، موجب افزایش دمای آرماتورها شده و روند کاهش مقاومت در آنها نیز آغاز خواهد گردید.

تأثیرات آتش بر سازه‌های بتنی از آن روی پیچیده است که به فاکتورهای متعددی از جمله نوع سنگدانه‌های موجود در بتن، طراحی سازه و قابلیت تطبیق آن با تغییر مکان‌های ناشی از تغییرات حرارت، نوع آرماتورهای موجود در بتن و میزان نفوذپذیری بتن در المان مورد نظر بستگی خواهد داشت. برای مثال، جنس سنگدانه‌ها با توجه به ضریب انبساط و افزایش حجم آنها در حرارت بسیار مهم خواهد بود و بسیاری از این مصالح سنگی در همان اوایل بروز آتش به دلیل افزایش ناگهانی حجم، شکسته و موجب ترک در سطح بتن و همچنین به دنبال آن نفوذ حرارت و بخار به درون هسته بتنی و راهیابی آن به آرماتورها خواهند گردید. آرماتورها که از جنس فولاد هستند در اثر همجواری با بخار داغ، دچار تردی بیشتر و همچنین کاهش چشمگیر مقاومت خواهند بود. ادامه یافتن این روند موجب جاری شدن فولاد و پارگی در آن خواهد گردید که توام شدن این اثر با شکستگی بتن سطحی و میانی، موجب تخریب المان بتن مسلح خواهد گردید. وجود لایه‌های محافظ حریق بر روی المان‌های بتنی، روند اثرگذاری تغییرات حرارت را بر روی جداره المان بتنی بسیار به تاخیر انداخته و به همین دلیل عمر سازه بتنی و میزان مقاومت آن در برابر آتش افزایش چشمگیری خواهد داشت. در این ساختمان نیز وجود چنین لایه‌هایی که در طرح بازسازی اجرا گردیده اند یکی از دلایلی است که موجب پایداری بالای این سازه در برابر آتش گردیده اند. باید به این نکته مهم اشاره گردد که با وجود موارد و آسیب‌هایی که در آتش برای اسکلت‌های بتنی رخ خواهد داد، اما در مقایسه با اسکلت‌های فولادی پایداری بالاتری از این اسکلت‌ها شاهد هستیم که این امر به دلیل آن است که در اسکلت‌های فولادی مستقیماً آتش بر روی المان یکپارچه فلزی با ضریب انتقال حرارت بالا اثر خواهد گذاشت و کل المان از جمله تیر، ستون و مهاربند دچار تغییرات زود هنگام خواهند گردید، اما در سازه‌های بتنی به دلیل پوشش بتنی اطراف آرماتورها، این روند با تاخیر همراه خواهد بود که در بسیاری از مواقع تا آن زمان آتش مهار گردیده است و حرارت بالا به هسته مرکزی المان نفوذ کمی پیدا کرده است.

لازم به ذکر است که بطور کلی موارد مطرح شده هر کدام تأثیر به‌سزایی در میزان خسارت المان بتنی در آتش خواهند داشت و تغییر بر روی هر کدام از آنها می‌تواند تأثیر مستقیمی بر مقاومت این المان داشته باشد. بر همین اساس جهت مقاوم‌سازی قطعه در برابر آتش به تقویت موارد مطرح شده در قالب فرآیندهایی چون افزایش ضخامت کاور بتنی روی میگردها در المان بتنی، استفاده از بتنی با f_y پایین‌تر که دمای بحرانی بالاتری نسبت به بتن معمولی دارند، استفاده از دانه‌های متخلخل مانند لیکا و همچنین تغییر در نسبت حیاتی w/c (نسبت آب به سیمان) که تأثیر مستقیمی بر نفوذپذیری و تخلخل بتن خواهد داشت اقدام خواهند نمود.

۳- علت آتش سوزی و گسترش آن

دلیل اصلی آتش سوزی تا لحظه تدوین این گزارش رسماً اعلام نشده است. گزارش شده است که یخچال معیوبی در طبقه ۴ شروع به جرقه و اتصال کرده و آتش از آنجا شروع می شود. ساکنان طبقه چهارم به رسانه ها گفتند که یخچال یکی از ساکنین طبقه چهار که حدود ساعت ۱ صبح به آتش کشیده شده و ساکن آن واحد شروع به آگاه کردن ساکنین می کند. بر اساس گفته یکی از ساکنین همان طبقه، در مدت نیم ساعت ساختمان در شعله های آتش گرفتار شده بود. بطور کلی برای علت آتش سوزی و همچنین گسترش آتش در برج گرنفل، پنج احتمال را بعنوان دلایل عمده کرده اند:

الف- **انفجار گاز**، تغییرات و تعمیراتی که اخیراً روی عرضه گاز ساختمان انجام شده بود و احتمال درست کار نکردن در این عملیات، یکی از دلایل آتش سوزی بر شمرده شده است.

ب- **اتصال یخچال**، ساکنین اذعان کرده اند که یکی از همسایگان با حالت مضطرب، موضوع را به بقیه اطلاع داده است.

پ- **سیم کشی معیوب برق**، یکی از مسائل ایمنی در برابر آتش سیم کشی ساختمان هاست. در انگلستان وقوع آتش سوزی در اثر اتصال برق و سیم کشی معیوب سابقه داشته است.

ت- **نمای ساختمان**، نمای کامپوزیت ساندویچی با مواد پلیمری دلیل اصلی گسترش سریع آتش در ساختمان برج گرنفل می باشد. احتمال شروع آتش از این نما، کم می باشد.

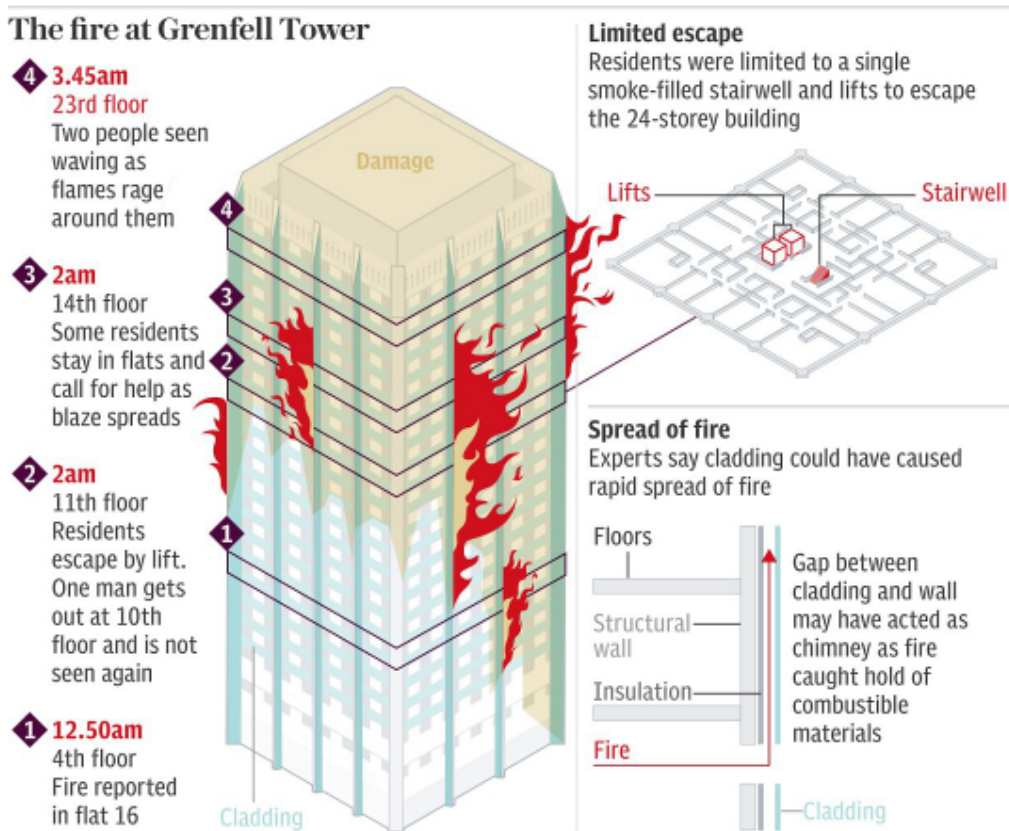
ث- **کمبود آب**، عدم نصب سیستم آب برای اطفاء حریق در این ساختمان امر گسترش آتش را تشدید کرد. بررسی ها نشان می دهد که کمبود ایمنی در ساختمان گرنفل، قبل از آتش سوزی چندین بار به مراجع رسمی اطلاع داده می شود ولیکن توجهی به آنها نمی شود. گروه اقدام گرنفل Grenfell Action، در وبلاگ خود مشکلات عمده امنیتی را برجسته کرد. در سال ۲۰۱۳ نیز این گروه ارزیابی خطر آتش سوزی را منتشر کرد که در آن مشکلات ایمنی قابل توجهی خاطر نشان شده بود. ذکر شده که تجهیزات آتش نشانی در برج به مدت چهار سال تست نشده اند، مدت زمان کارکرد آتش خاموش کننده ها در محل منقضی شده بوده و کارایی نداشتند.

۳-۱- نمای ساختمان

نمای ساختمان و جنس آن و داشتن فاصله با دیوار که امکان جریان هوا و دادن حالت دودکش به نما را امکان پذیر ساخته بود از دلایل عمده گسترش سریع آتش بوده است (شکل ۸). به عقیده متخصصان ایمنی در برابر حریق، روکش کامپوزیت فلزی عمدتاً به عنوان یک دودکش در گسترش آتش کار می کند. چنین نمائی در اثر آتش سوخته و ذوب می شود. مواد بین پنل با توجه به گسترش وسیع آتش از مواد مقاوم در برابر حریق نبوده و بر عکس قابلیت اشتعال بالائی را داشته است. عکس های متعدد و فیلم های موجود از آتش سوزی برج گرنفل نشان می دهد که تمام دورتادور ساختمان در آتش می سوزد.

مشابه این آتش سوزی، چندین آتش سوزی دیگر نیز در دنیا رخ داده است که در آنها شعله های آتش به طور غیرمنتظره ای پخش می شوند و به سرعت در معرض پوشش های آلومینیومی قابل اشتعال قرار می گیرند، از جمله آتش-

سوزی خانه لکنل^۵ در کامبرول لندن، آتش سوزی مرکز فرهنگی تلویزیون پکن ۲۰۰۹، آتش سوزی برج Mermoz ۲۰۱۲ در France, Roubaix، آتش سوزی برج لارس در ملبورن استرالیا ۲۰۱۴ و آتش سوزی ۲۰۱۵ در دبی. بعضی از ساکنان برج پیشتر گزارش داده بودند که روکش های جدید ساختمان در بعضی جاهای ساختمان با استفاده از چوب نصب شده است و نگرانی در میان ساکنان و کارشناسان ایمنی در برابر حریق در مورد افزایش استفاده از چوب، حتی در ساختمان های بلند، پس از اعمال تغییرات در مقررات نیز باقی مانده است. گزارش شده بوده که یکی از دلایل استفاده از نماهای جدید، بهبود منظر و زیبایی ساختمان از دیدگاه مردم مناطق اطراف آن بوده است. ظاهراً نماهای مشابه با مواد عایق بندی بسیار قابل اشتعال روی هزاران ساختمان دیگر در کشورهایمانند بریتانیا، فرانسه، امارات متحده عربی و استرالیا نصب شده اند.



شکل ۸- نحوه گسترش آتش با توجه به حالت دودکشی نمای کامپوزیت

بر اساس گزارشات منتشر شده، آتش سوزی از طبقه چهارم ساختمان شروع شده است. در شکل ۹ بصورت گرافیکی موقعیت محل شروع عملیات آتش نشانی در ساختمان برج نشان داده شده است. آتش رو به بالا حرکت کرده و همانطور که در شکل ۱۰ قابل مشاهده است، حالت دودکشی نمای ساختمان باعث شده است تا طبقات فوقانی بیشتر درگیر آتش بشوند.



شکل ۹- محل شروع آتش از طبقه چهارم برج



شکل ۱۰- سالم ماندن نسبی طبقات تحتانی و تاثیر شدید آتش بر طبقات فوقانی



شکل ۱۱- نمای کامپوزیتی قابل اشتعال در برج گرنفل موثریت عامل تشدید و گسترش آتش بود.

۴- مدیریت بحران حادثه

از اقدامات مدیریت بحران قبل از رخداد، دستور نهاد رسمی مدیریتی به ساکنین بود که بنظر عجیب می رسد. در نشریه‌ای که در خصوص بازسازی برج گرنفل در جولای ۲۰۱۴، منتشر می‌شود، ظاهراً با توجه به نصب درب‌های ضد حریق و مقاوم در برابر حرارت، از سوی KCTMO به ساکنان دستور داده می‌شود، در صورت آتش‌سوزی، در داخل واحدها بمانند، ظاهراً درب‌های مورد بحث هر واحد مسکونی، می‌توانست تا ۳۰ دقیقه مقابل آتش مقاومت داشته باشد و احتمالاً فرض شده بوده که تا آن زمان هم نیروهای امداد می‌توانند محبوسان در آتش را نجات دهند.

همچنین خبرنامه ماه مه ۲۰۱۶، نیز پیام مشابهی داشت و در آن تاکید شده بوده که "سیستم های تشخیص دود ارتقا یافته و گسترش یافته است و اگر آتش سوزی رخ دهد ساکنین عموماً ایمن هستند و آتش نشانان بسیار سریع می‌رسند."

در ژانویه ۲۰۱۶، گروه عملیاتی گرنفل هشدار می‌دهد اگر آتش سوزی رخ دهد، ممکن است ساکنین در ساختمان به دام بیافتند، تاکید کردند که ساختمان تنها یک راه پله ورودی و خروجی دارد و این راه پله ها هم با توجه به گردش آزاد هوا به بالا مسیر مناسبی برای دود و اشتعال است.

آتش زود هنگام صبح روز ۱۴ ژوئن ۲۰۱۷ آغاز شد؛ شروع آتش برای اولین بار در ساعت ۰۰:۵۴ BST (British Summer Time) (+۱ UTC) بود. آتش از طبقات پایین شروع ولی با سرعت زیادی به سمت بالا و به طرف دیگر ساختمان گسترش یافت. یک تیم ۲۵۰ نفر از آتش نشانان از ۴۰ موتور آتش سعی در کنترل آتش سوزی و نجات مردم داشتند، اما دمای شدید آتش سوزی مانع از تلاش های نجات شد. در ساعت ۰۴:۱۴، مسئولان پلیس به جمعیت دستور دادند با هرکسی که می‌دانند در ساختمان به دام افتاده، تماس بگیرند و پیام بدهند که خودشان را نجات دهند و به امید آتش نشانان نباشند.

بر طبق گفته های شاهدان، افرادی که در داخل ساختمان به دام آتش افتاده بودند، از پنجره ها درخواست کمک می‌کردند و بعضی مشغول محافظت از کودکان بودند. بعضی در کمال ناامیدی بچه ی خود را به پایین پرتاب کردند. حداقل یک نفر سعی کرده از پتو طناب را بسازد و از ساختمان فرار کند. انفجارهای مکرر هم گزارش شده که احتمالاً ناشی از خطوط گاز موجود در ساختمان بوده است.

پس از سه ساعت، تیم های آتش نشانی با یک تیم جدید تعویض شدند. با طلوع خورشید، آتش نشانان همچنان در حال مبارزه با آتش و تلاش برای نجات مردم بودند. آتش تا بعد از ظهر ۱۴ ژوئن در طبقات بالایی برج باقی مانده بود. آتش نشانان برآورد می‌کردند تا حداقل ۲۴ ساعت دیگر به مقابله با آتش سوزی ادامه دهند. به دلیل نگرانی از ریزش ساختمان، توسط مهندسين، پایداری ساختمان نیز مورد پایش قرار گرفته بود.

پس از شروع آتش سوزی و پس از حدود ۶ دقیقه از اعلام آتش سوزی، ۲۰۰ آتش نشان به همراه ۴۰ ماشین آتش نشانی در محل حضور یافتند (شکل ۱۲) و مهار آتش سوزی و عملیات خاموش کردن آتش را آغاز کردند اما براساس آنچه شبکه های تلویزیونی به صورت زنده پخش می‌کردند از تجهیزات گسترده برای مهار آتش خبری نبود.



شکل ۱۲- حضور آتش نشانان در محل حادثه

شبکه تلویزیونی سی ان ان گزارش داده است که برخی افراد از فراز این برج ۲۴ طبقه مسکونی خود را به بیرون پرتاب کرده‌اند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- فردی که به دنبال راه نجات و فرار از آتش است

۱-۴- امدادسانی

پلیس لندن شماره تلفنی را اعلام کرده تا افرادی که نگران اعضای خانواده و نزدیکانشان هستند که در این برج ساکن بوده‌اند برای کسب اطلاعات با این خط تلفن تماس بگیرند. در اطراف برج گرنفل صرفاً نیروهای امدادی، پلیس و آتش نشان‌ها حضور یافتند و شبکه های خبری برای پوشش اخبار هم در این محل حاضر شدند. از نکات قابل توجه این

حادثه عدم حضور مردم عادی در این محدوده بود. شهردار لندن اعلام کرد که بیش از ۱۰۰ افسر پلیس، ۱۰۰ پزشک و ۲۵۰ مامور آتش نشان برای تسریع روند عملیات امداد و نجات و اطفاء حریق در محل حضور یافتند. طبق اظهارات رئیس آتش نشانی لندن، به دلیل موقعیت این ساختمان مهندسان سازه استحکام و ثبات، ساختمان را تحت نظر گرفتند. طبق گزارش‌ها برخی از ساکنان این ساختمان اظهار کرده‌اند که در زمان وقوع آتش سوزی به آنها توصیه شده از آپارتمان‌های خود خارج نشوند درحالی که پیش از این در مورد خطر وقوع آتش سوزی مهیب در آن هشدار داده شده بود. شهردار لندن از بیان این توصیه به دلیل وجود ساختمان‌های بلند بسیار در لندن ابراز نگرانی کرد و بیان داشت نباید ایمنی مردم به دلیل توصیه‌های نابه‌جایی که دریافت کرده‌اند یا عدم رعایت استانداردهای ایمنی در معرض خطر قرار بگیرد.

۴-۲- اقدامات مردمی

مردم لندن درهای منازلشان را به روی صدها نفر از افرادی که خانه آنها در آتش سوزی برج گرنفل از بین رفته است باز کردند. اهالی ساکن در خیابان کنزیگتون لندن در توییتر و فیس‌بوک پست‌هایی را مبنی بر کمک به آن دسته از افرادی که خانه‌هایشان را در آتش سوزی برج گرنفل از دست داده‌اند به اشتراک گذاشتند. در این پست‌ها اهالی لندن برای ارائه کمک‌هایی از جمله غذا، لباس و حتی جای خواب برای همشهری‌های خود ابراز آمادگی کرده‌اند (شکل ۱۴).



شکل ۱۴ - کمک رسانی مردم در ساعات اولیه

۴-۳- اسکان اضطراری

شهرداری لندن، ساکنان برج گرنفل این شهر را که دچار آتش سوزی گسترده شده بودند را در مدارس و کلیساهای اطراف به صورت موقت اسکان داد (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- اسکان موقت در کلیسا

۴-۴- مجروحین و تلفات

در ساعات اولیه این سانحه بیش از ۶۵ نفر مصدوم گردیدند که طبق آخرین آمار از خبرگزاری‌ها تا لحظه تدوین گزارش، تعداد ۱۹ نفر در بیمارستان بستری هستند که از این میان ۱۰ نفر در مراقبت‌های ویژه به سر می‌برند. هم‌چنین، تعداد جان‌باختگان ۵۸ نفر اعلام گردیده که از این میان، مرگ ۳۰ نفر تایید شده و ۲۸ نفر آن مفقود شده هستند که احتمال می‌رود این تعداد نیز جز جان‌باختگان باشند. البته ممکن است این آمار با گذشت زمان و پایان عملیات امداد و نجات تغییر یابد (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- عکس قربانی ها و گمشده‌های حادثه و موقعیت تلفات جانی

اقدام آتش نشانی لندن در خاموش کردن آتش، به کندی صورت گرفت. تجهیزات زیادی برای محاصره ساختمان و پاشش آب و یا مواد خاموش کننده دیگر بخصوص برای طبقات فوقانی مشاهده نشد (شکل ۱۷). ماموران بدلیل حرارت بالا امکان ورود به ساختمان را پیدا نکردند.

در شکل ۱۸، برخی از موارد مهم اتفاق افتاده نشان داده شده است. از نکات جالب توجه انداختن بچه ای از طبقه نهم یا دهم به پایین توسط والدین با امید زنده نگهداشتن نوزادی بوده است که طبق گفته شاهدان توسط مردم گرفته شده و زنده می ماند.



شکل ۱۷- اطفاء حریق ساختمان گرنفل که به کندی صورت گرفت



شکل ۱۸- اتفاقات خاص در آتش سوزی برج گرنفل

۵- نقاط ضعف

بررسی گزارشات منتشر شده پیرامون مجموعه اقدامات قبل و حین و پس از حادثه گرنفل حاوی نکات مهمی است که می تواند برای ما و همچنین برای دست اندرکاران مدیریت شهری و مدیریت بحران مفید باشد. در ادامه به نکات مهمی که کارشناسان و خبرگزاری ها به آنها تاکید کرده اند، اشاره می شود.

معمار و کارشناس آتش سوزی، سام وب^۶، اشاره دارد که صدها برج در سراسر انگلستان را در معرض مواد قابل اشتعال قرار می دهیم و آنها را بدون نصب سیستم های اسپرینکلر رها کنیم و پس از آن، آنها را می سوزانیم. وب صدها برج بلوک مسکونی در سراسر کشور را در اوایل دهه ۱۹۹۰ مورد بررسی قرار داد و گزارشی را برای اداره امور داخلی ارائه داد که نشان داد که بیش از نیمی از ساختمان ها استانداردهای ایمنی پایه را رعایت نمی کنند. وی گفته است: "ما یک نقص ایمنی گسترده را کشف کردیم، اما به سادگی گفتیم کاری از دستمان بر نمی آید، زیرا این امر باعث می شود افراد زیادی بی خانمان شوند." وب در سال ۲۰۰۹ در لندن، هنگامی که یک آتش سوزی ناشی از اتصال تلویزیون در طبقه نهم طبقه، ساختمان را از بین برد، موضوع را مورد تجزیه تحلیل قرار داده بود.

تحقیقات در ساختمان های با نمای کامپوزیتی نشان داد که آتش غیرمنتظره سریع، با جهت حرکتی رو به بالا و عمودی، مردم ساکن ساختمان ها را ظرف مدت کوتاهی به دام می اندازد. همان طور که در برج گرنفل، توصیه رسمی برای مردم این بود که در صورت وقوع آتش، در خانه های خود باقی بمانند. این تحقیق نشان می دهد که طی چندین سال بازسازی های غلط، تجهیزات آتش نشانی را در آپارتمان ها و راهروهای عمومی حذف کرده اند، که این امر اجازه می دهد آتش به راحتی گسترش یابد. مسئله مهم در ایمنی ساختمان های انگلستان این بوده است که، عایق پشت نمای کامپوزیت، پلی یورتان است که قابل اشتعال است. دکتر جیم گلویتینگ، مدیر فنی انجمن حفاظت آتش نشانی (FPA)، معتقد است که استانداردهای ما نیازمند اصلاح اساسی هستند. او می گوید: "ما بسیار نگران استفاده از محصولات بسیار ایمنی آتش را بهبود ببخشید، ولی نتیجه ای حاصل نشده است. او می گوید: "ما بسیار نگران استفاده از محصولات بسیار قابل احتراق در ساختمان ها هستیم. برای ساختمان ها، بلوک های پلی استایرن به ضخامت ۳۰ سانتیمتر به دیواره اصلی سازه متصل نمی گردد و اغلب حفره های تهویه بین نما فلزی Rainingscreen و عایق برای جلوگیری از رطوبت وجود دارد، اما چنین حالتی گسترش شعله های آتش را افزایش می دهد. او می گوید مقررات آتش نشانی در انگلیس تمرکز بر تخلیه مردم قبل از افتادن ساختمان دارد و مقابله با ورود آتش از خارج به داخل در آن ها دیده نمی شود. او می گوید: "مقررات ما معمولاً در حفظ امنیت مردم بسیار خوب است، اما این مقررات، بر این فرضیه عمل می کنند که آتش سوزی در داخل ساختمان ها شروع می شود. او می گوید: "ما واقعا درس های گذشته را فراموش می کنیم".

بعضی ساکنان گفتند که هنگام شروع آتش، هیچگونه هشدار آتش سوزی را نشنیده اند. ساکنان گفتند که آنها تنها از طریق اعلام و هشدار سایر ساکنین متوجه آتش شده اند. مردم متوجه نقص عمده دستور ماندن در خانه در صورت بروز آتش سوزی شده اند. در برج گرنفل تنها یک راه پله برای فرار وجود دارد.

⁶ webb

۶- مقایسه ای با حادثه پلاسکو، حادثه سی ام دی ماه ۱۳۹۵

سازه ساختمان پلاسکو یک سازه ی ۱۷ طبقه ی اسکلت فولادی با کاربری تجاری با ۵۴ سال قدمت بود که نمایی از جنس ملات ماسه و سیمان آن را احاطه کرده بود در حالی که برج گرنفل لندن، یک ساختمان ۲۴ طبقه اسکلت بتنی دارای دیوار برشی با کاربری مسکونی با ۴۳ سال قدمت است که دارای نمای کامپوزیت آلومینیوم بود. در خصوص علت حادثه، اتصال برق در هر دو ساختمان گزارش شده است. پس از شروع آتش، آنچه که ابعاد حادثه و میزان گسترش آن را رقم می زند جنس مواد موجود در ساختمان و میزان مقاومت آنها در برابر آتش است که در این جا می توان این مواد را به عناصر سازه ای و غیر سازه ای تقسیم نمود. در بحث از مقاومت در برابر آتش اسکلت ساختمان ها باید در نظر داشت که ساختمان پلاسکو، یک ساختمان اسکلت فولادی بوده در حالی که برج گرنفل لندن از بتن مسلح ساخته شده است. در مقایسه ی مقاومت در برابر حریق دو عنصر فولادی و بتنی، بدون در نظر گرفتن پوشش های محافظ حریق، زمان مقاومت در برابر آتش عنصر بتنی بیش از عنصر فولادی است. با این حال در بحث از پایداری سازه ای، آنچه بیش از زمان مقاومت عناصر به صورت مجزا نقش بازی می کند، نحوه ی ترکیب این عناصر برای ایجاد یک سیستم باربر (ثقلی یا جانبی) است. براساس علم مهندسی سازه، هرچه یک سیستم سازه ای نامعین تر باشد، یعنی برای از دست رفتن پایداری کل سیستم، تعداد بیشتری از عناصر باید از عملکرد خارج شود به عبارت دیگر، زمانی که یک سازه نامعین است، در صورتی که برخی از عناصر، پایداری شان را از دست دهند، عناصر دیگر می توانند پایداری سیستم را حفظ کنند و این مساله با افزایش درجه نامعینی افزایش می یابد. در مقایسه ی ساختمان پلاسکو با برج گرنفل، باید مدنظر داشت در برج گرنفل اعضای دیوار برشی بتنی، با رفتار صفحه ای سبب بالارفتن درجه نامعینی سیستم سازه ای شده و تعداد زیاد ستون های داخلی پایداری برج را افزایش داده اند در حالی که در ساختمان پلاسکو، ۴ ستون اصلی داخلی، پایداری سیستم را به عهده داشته است. از طرفی، عمر بنا نیز می تواند در مقاومت در برابر آتش نقش داشته باشد که در این مقایسه، ملاحظه می شود که عمر ساختمان پلاسکو در زمان ریزش ۱۲ سال بیش از برج گرنفل بوده است.

در خصوص سیستم های اعلام حریق و راه های فرار و سیستم های اطفای حریق در مورد برج گرنفل و ساختمان پلاسکو با کمال تعجب، وضعیت مشابهی حاکم بوده است. راه پله برج گرنفل در قسمت میانی ساختمان و راه پله ساختمان پلاسکو در ضلع غربی آن قرار داشت. هر دو ساختمان تنها یک راه پله داشتند. آتش در برج گرنفل در پوسته بیرونی ساختمان و از بیرون به درون ساختمان گسترش یافت. در ساختمان پلاسکو آتش در درون ساختمان متمرکز بود و بدلیل عدم وجود نمای قابل اشتعال در نمای ساختمان، وضعیتی مشابه برج گرنفل در این سانحه مشاهده نگردید.

در جدول ۱، مقایسه ای بین حادثه پلاسکو و گرنفل گردآوری شده است.

جدول ۱- مقایسه حادثه پلاسکو و گرنفل

ایتم و شاخص مورد نظر	ساختمان پلاسکو	برج گرنفل لندن
نوع کاربری ساختمان	تجاری	مسکونی
سیستم ساختمان	اسکلت فلزی- فاقد سیستم نامعینی بالا با ۴ تا ۶ ستون داخلی	سیستم بتنی مسلح و به احتمال قوی دارای دیوارهای برشی با تعداد ستون های بسیار زیاد داخلی با سیستم "نامعینی بالا"
تعداد طبقات	۱۷ طبقه با حدود ۵۰۰ پلاک ثبتی اصناف	۲۴ طبقه با حدود ۱۲۰ خانوار ساکن
نمای ساختمان	غیر مقاوم در برابر آتش	مقاوم در برابر آتش
سن بنا	بیش از ۵۰ سال	بیش از ۴۰ سال
مقاومت در برابر آتش	۳.۵ ساعت	بیش از ۹ ساعت
زمان آتش سوزی	صبح	نیمه شب
علت حادثه	اتصال برق	اتصال برق- در حال بررسی
تلفات	۲۱	۵۸
سیستم اطفای حریق	نداشته	داشته اما خوب عمل نکرده
رفتار آتش	از داخل و سریع	از نما به داخل و طولانی
پایداری ساختمان	ناپایدار در اثر آتش بر اساس سیستم سازه ای	پایدار بعد از آتش بر اساس سیستم سازه ای
اقدامات مدیریت بحران	<ul style="list-style-type: none"> فرماندهی ناهماهنگ بحران اقدام به اطفای حریق از طبقات بالا و ریزش آب به طبقات پایین و افزایش احتمال تخریب ساختمان استقرار تیم پزشکی بعد از دو روز در مراکز و بیمارستانهای نزدیک به حادثه و عدم توجه به استقرار تیم در محل حادثه سردرگمی بستگان حادثه دیدگان در مراجعه به یک مرکز مشخص و تردد در محل حادثه بستن محل و بی توجهی افراد و رفت و آمد به محل حادثه عدم مانیتور ساختمان و رفتار توسعه آتش توسط تیم متخصص عدم توجه به پایداری ساختمان و ریزش آن در اثر آتش ورود بی دلیل آشنانشانان به ساختمان و بی توجهی به پایداری آن 	<ul style="list-style-type: none"> فرماندهی واحد بحران تخلیه ساختمان های اطراف استقرار ۱۲۰ پزشک و مددکار در صحنه در ساعات اولیه استقرار تعداد زیادی آمبولانس و، بیش از ۲۰۰ آشنانشان استقرار یک مکان پس از گذشت یک ساعت در نزدیکی به منظور مراجعه افرادی که بستگانی در این برج دارند مسدود کردن کل منطقه مانیتورینگ ساختمان از نظر توسعه آتش توسط تیم متخصص به منظور حفظ جان آشنانشانان اسکان افراد داخل برج در دو کلیسای همجوار اقدام به اطفای حریق با اعزام آشنانشانان و تجهیزات آتش نشانی عدم ورود به ساختمان با وجود گیر افتادن افراد در آن عدم اقدام برای اطفای آتش در طبقات بالایی به منظور فرصت داشتن برای تخلیه طبقات پایین ساختمان
سیستم اطفای حریق	<ul style="list-style-type: none"> عملیات نادرست اطفای حریق و ورود آب از طبقات بالای ساختمان و افزایش بار ساختمان که ریزش آن را تسریع کرد اصرار بر اطفای حریق از بالا اصرار به حضور آتش نشانیان در ساختمان و انتقال افراد به طبقات پایین تر 	<ul style="list-style-type: none"> سوختن طبقات بالاتر و انجام ندادن اطفای حریق در این طبقات به منظور کاهش انرژی آتش در طبقات بالا و فرصت برای تخلیه طبقات پایین اطفا حریق در طبقات میانی به منظور امدادسانی به افراد طبقات بالا با هلی برد و عدم تخلیه افراد به طبقات پایین تر

<ul style="list-style-type: none"> • مسدود شدن مسیر و عدم تجمع افراد در اطراف و تنها به مکان در نظر گرفته شده • عدم فیلمبرداری و عکس برداری مردم از حادثه • انتشار اخبار تنها از طریق دو مسئول (مسئول آشنشانی و رئیس حفاظت شهر • عدم انتشار اخبار به جز افراد تعیین شده • کمکهای داوطلبانه به مردم آسیب دیده توسط مردم • اسکان اضطراری افراد در دو کلیسای مجاور • جناحی نکردن حادثه و برخورد منطقی با آن 	<ul style="list-style-type: none"> • تجمع افراد در منطقه • انجام رفتارهای ضد اخلاقی و عکسبرداری و فیلمبرداری از حادثه از زوایای مختلف و انتشار آن در فضاهای مجازی • انتشار اخبار از شبکه های متعدد خبری و مجازی • انتشار اخبار ضد و نقیض و نقض و تکذیب مکرر • تعداد تلفات و مصدومان • کمک به آسیب دیدگان از طرف مردم و اصناف • جناحی کردن حادثه و تقاضا برای استعفاى شهردار 	<p>رفتار مردم و وضعیت اطلاع رسانی و مدیریت اطلاعات</p>
<p>اولویت اول: نجات جان مردم و آتش نشان ها با مانیتورینگ صحیح رفتار آتش در ساختمان</p> <p>اولویت دادن به جان آشنشانان با وجود ناپایداری ساختمان و ریزش آن</p>	<p>اولویت اول: نجات جان افراد داخل ساختمان تا آخرین لحظه و به هر قیمت و عدم توجه به حفظ جان آتش نشانان</p> <p>عدم توجه به ریزش ساختمان و اولویت ندادن به جان آتش نشانان</p> <p>توجه بیش از حد به اواربرداری و بی توجهی به جان افراد</p>	<p>اولویت های عملیات</p>
<p>نتیجه: در مقایسه می بایست به تفاوت های سازه ای توجه شود. این دو سازه با هم متفاوت است هم از نظر سازه ای و هم در رفتار نسبت به آتش. نوع کاربری ساختمان نیز با هم بسیار متفاوت است. در ساختمان پلاسکو به دلیل نوع کاربری، مواد قابل اشتعال زیادی وجود داشته است که به شدت آتش سوزی افزوده است اما برج گرانفل کاربری مسکونی داشته است اما المان های انسانی تحت خطر آن نسبت به ساختمان پلاسکو بیشتر بوده است. بنابراین در مقایسه، ریزش و مقاومت آن در برابر آتش این مقایسه نابرابر و غیرمنطقی است اما در مورد عملیات اطفاء حریق و مدیریت بحران با توجه به مقایسه شاخص ها و معیارهایی که آورده شد، مسلماً برج گرانفل لندن درس های بسیار خوبی برای حوادث آینده دارد و این بخش از مقایسه می تواند تجربه خوبی برای مدیریت بحران حوادث مشابه باشد.</p>		

۷- درس هایی برای ما

موارد مهمی در بررسی مدیریت بحران حادثه و همچنین مجموعه اقدامات پیش از وقوع، حین و بعد از وقوع آتش سوزی برج گرنفل وجود داشته است که بررسی آنها می تواند در کاهش خسارت های مشابه در کشور به ما کمک کند. این موارد را بصورت تیترهائی در ادامه ذکر می نمائیم.

- عدم وجود تجهیزات هشدار و اطفاء حریق و یا عدم کارکرد درست آنها
- عدم وجود پله های فرار اضطراری و وجود تنها یک راه پله برای کل ساختمان
- استفاده از نمای کامپوزیت برای نمای ساختمان
- عدم وجود تجهیزات آتش نشانی در عملیات اطفاء
- عدم توجه مسئولین به هشدارهای ایمنی متخصصان و گروه های مردمی

۸- عکس ها



