



باسمه تعالی

وزارت فرهنگ و آموزش عالی

دانشگاه علوم و فنون مازندران

دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه

مقطع کارشناسی ارشد

(رشته: مهندسی عمران - سازه)

۲۴ / ۱۰ / ۱۳۸۰

عنوان:

(روشهای حفاظتی و مقاوم سازی سازه ها

در برابر مریق

استادان راهنما:

جناب آقای دکتر علی بیگی

جناب آقای دکتر امینی راد

توسط:

015810

حیدر حامدی

نیمسال دوم سال تحصیلی: ۷۷-۷۸

۳۹۰۸۱

تشکر و قدردانی

در اینجا برفود لازم می دانم از زحمات بیدریغ و کمکه‌های بی‌شائبه استادان گرانقدر، جناب آقای دکتر علی بیگی و جناب آقای دکتر امینی راد که با صبر و موصله در طول بیش از یکسال انجام این پایان نامه، با راهنماییهای ارزشمند خود راهگشای اینجانب بوده اند، کمال تقدیر و تشکر را بعمل آورم.

همچنین از برادر عزیزم آقای مهندس علی مامدی و همسر گرامی ایشان خانم فاطمه شکر زاده که در تهیه و تنظیم این پروژه کمک نمودند، قدردانی می‌نمایم.

پیشرفته‌ها و موفقیت‌های مرامل زندگی و تمصیلم را مدیون تلاشهای بی‌وقفه و توجهات مستمر پدر و مادر گرامیم می‌دانم. سپاسگزار ایشانم، سلامتی و سعادت آن عزیزان را از ایزد منان فواستارم.

مقاوم سازی و محافظت سازه ها در مقابل آتش

چکیده:

با پیشرفت علم و دانش فنی بشر بخصوص در سالهای اخیر، شاهد فعالیتهای گسترده در زمینه استفاده بهینه از منابع انرژی نظیر منابع نفت و گاز و ... می باشیم که به تبع این فن آوری ساخت ابنیه متناسب با هر یک از زمینه های مزبور در اولویت طراحی قرار می گیرد. همچنین رشد روزافزون جمعیت و کمبود فضاهای ساختمانی بالخصوص در شهرهای بزرگ و پرتراکم، دست اندرکاران ساختمان را برآن داشته است که به ساختمانهای مرتفع رو آورند. وظیفه مهندسين در طراحی و ساخت اینگونه سازه ها اینستکه در طی عمر مفید سازه قابلیت مقابله و مقاومت آنرا در برابر پدیده های اتفاقی و ناهنجار، از قبیل زلزله، سیل، طوفان و یا آتش سوزی مدنظر قرار داده باشند تا از خسارات عمده جانی و مالی تا حد ممکن جلوگیری بعمل آید.

در سالهای اخیر در رابطه با مقاوم سازی و طراحی سازه ها در برابر زلزله حرکتیهای انجام گرفته و در حال گسترش است، ولی با اطلاعاتی که در زمینه حریق در اختیار می باشد تاکنون در کشور ما از لحاظ بالابردن سطح دانش و فن ایمن سازی سازه ها در برابر حریق و پیشگیری از تلفات آن گام مؤثری برداشته نشده است، از اینرو لازم است تا ساختار بناها و هم مصالح بکار رفته در ساختمان سازه ها و نیز پارامترهای اساسی در طراحی از لحاظ تأثیر تنشهای وارده بر اعضای اصلی سازه مورد تحقیق و بررسی قرار گیرد. این امر خصوصاً در مورد سازه هایی که بیشتر در معرض آتش سوزی هستند ضروری تر است از آنجمله سازه های موجود در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی، صنایع شیمیایی و نیز سازه های بلند را می توان نام برد. لذا در وهله اول گردآوری اطلاعات از آئین نامه های مختلف جهانی موجود در این زمینه لازم می باشد، ثانیاً با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی مناطق مختلف کشورمان، بایستی تحقیقات گسترده ای در زمینه انتخاب مصالح مرغوب و یا بهینه سازی آنها از لحاظ مقاومت در برابر حریق صورت گرفته و بطور اساسی در زمینه تکنولوژیهای ساخت و ایمنی سازه ها کار جدی صورت پذیرد. ثمره چنین تلاشی گردآوری و تدوین آئین نامه ای علمی-کاربردی در جهت ارتقاء سطح معلومات دست اندرکاران کارهای اجرایی، خصوصاً مهندسين طراح و مجری ابنیه های فنی می باشد. در این پایان نامه جوانب مختلف علم حریق و مقاوم سازی و محافظت ساختمانها در مقابل آتش و همچنین روشهای دستیابی به ایمنی حریق در ساختمانها بررسی شده است.

فهرست رئوس مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
	تقدیم و سپاسگزاری
	چکیده
	مقدمه و نحوه تحقیق
۲	فصل اول: مقدمه آتش سوزی
۱۰	۱-۱- علم حریق
۱۱	۲-۱- علل آتش سوزی
۱۱	۳-۱- مراحل آتش سوزی
۱۳	۴-۱- احتراق و مثلث حریق
۱۴	۵-۱- عوامل ایجاد کننده آتش
۱۴	۶-۱- بار آتش
۱۵	۷-۱- مراحل اصلی توسعه حریق
۱۹	۸-۱- انتقال آتش سوزی
۱۹	۱-۸-۱- ساختمان انتقال دهنده
۲۷	۲-۸-۱- ساختمان دریافت کننده
۳۰	۹-۱- روشهای حفاظتی
۳۰	۱-۹-۱- کاهش انتقال انرژی
۳۱	۲-۹-۱- کنترل تشعشع
۳۴	۳-۹-۱- مثال: تعیین فاصله ساختمان تا دیوار محوطه

فصل دوم: استاندارد آزمایشات آتش

۳۷	
۳۸	۱-۲-۱- تاریخچه آزمایشگاه آتش
۴۰	۲-۲-۲- مروری بر کارهای تحقیقاتی در زمینه آتش
۴۱	۲-۳- توسعه آزمایشات آتش
۴۲	۲-۴- اهداف کلی از احداث آزمایشگاه حریق
۴۴	۲-۵- استاندارد آزمایشات حریق بر روی المانهای ساختمان
۴۵	۲-۶- انواع آزمایشات آتش در استاندارد BS 476
۴۷	۲-۶-۱- قسمت ۳: سقف در معرض آتش خارجی
۵۳	۲-۶-۲- قسمت ۴: قابلیت سوختن مواد
۵۸	۲-۶-۳- قسمت ۵: قابلیت افروزش مواد
۵۸	۲-۶-۴- قسمت ۶: بررسی گسترش آتش در محصولات
۶۵	۲-۶-۵- قسمت ۷: تعیین نقش مواد در گسترش آتش
۶۸	۲-۶-۶- قسمت ۸: تعیین مقاومت اجزای ساختمانی در برابر آتش
۷۲	۲-۶-۷- قسمت ۱۱: روش ارزیابی خروج گرما از مصالح ساختمانی
۷۵	۲-۶-۸- قسمت ۱۶: تعیین مقدار دود و گازهای سمی ناشی از حریق
۷۶	۲-۷- آزمایشات پژوهشی انستیتو تکنولوژی ایلنویز آمریکا
۷۹	۲-۸- روشهای محافظت سازه ها در مقابل حریق

فصل سوم: روشهای ایمنی حریق

۸۸	۳-۱- پیشگیری
۸۹	۳-۱-۱- پیشگیری از شروع حریق
۹۰	۳-۱-۲- محدودیت سوخت

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۹۶	۲-۳- مدیریت ایمنی حریق
۹۸	۳-۳- چگونگی انتشار حریق
۱۰۱	۴-۳- محصور کردن حریق
۱۰۳	۱-۴-۳- اقدامات غیرعامل
۱۰۵	۱-۱-۴-۳- محافظت سازه ای
۱۱۲	۲-۱-۴-۳- فضا بندی
۱۲۲	۳-۱-۴-۳- محافظت پوششی
۱۲۶	۲-۴-۳- اقدامات عامل
۱۲۷	۱-۲-۴-۳- افزایش فشار
۱۳۱	۲-۲-۴-۳- مکش هوا
۱۴۲	۵-۳- مقاومت در آتش
۱۴۶	۶-۳- ویژگی حرارتی مصالح ساختمانی
۱۵۴	۷-۳- اثر حرارت در مقاومت مکانیکی مصالح ساختمانی
۱۵۹	۱-۷-۳- اثر دمای زیاد در مشخصات مقاومت فولاد
۱۶۲	۲-۷-۳- خزش فلزات در دمای زیاد
۱۶۶	۳-۷-۳- وارفنگی
۱۶۷	۴-۷-۳- انبساط و انقباض فلزات با تغییر دما
۱۶۸	۸-۳- درجه حرارت بحرانی و بار آتش بحرانی

فصل چهارم: ضوابط ایمنی و محاسبات مقاومت حریق ساختمانها

۱۷۵	۱-۴-۱- مقدمه
۱۷۷	۲-۴-۲- ضوابط ایمنی آتشسوری
۱۷۷	۱-۲-۴- مقاومت حریق اجزا ساختمانی
۱۷۸	۱-۲-۴-۱- مانع گسترش آتش
۱۷۸	۲-۴-۱-۲- مقاوم در برابر آتش
۱۷۸	۲-۴-۱-۳- شدیداً مقاوم در برابر آتش
۱۸۶	۲-۴-۲- مقاومت حریق انواع ساختمان
۱۸۸	۱-۲-۴-۱- ساختمان مقاوم در برابر آتش
۱۹۰	۲-۴-۲-۲- ساختمان با اسکلت سنگین چوبی
۱۹۳	۲-۴-۲-۳- ساختمان معمولی
۲۰۰	۲-۴-۳- نمودار مقاومت حریق اجزا ساختمانی از نظر آیین نامه های انگلستان و آمریکا
۲۰۰	۲-۴-۳-۱- آیین نامه سازمان تحقیقات انگلستان
۲۰۹	۲-۴-۳-۲- جداول مقاومت حریق اجزاء ساختمانی از نظر آیین نامه آمریکایی
۲۱۷	۲-۴-۴- روشهای حفاظتی ساختمان
۲۱۷	۲-۴-۱-۴- اسکلت فولادی
۲۲۶	۲-۴-۲-۴- اسکلت بتنی
۲۳۹	۲-۴-۳-۴- اسکلت چوبی

عنوان

صفحه

۲۵۳	۳-۴- محاسبات مقاومت سازه ها در برابر آتش
۲۵۳	۱-۳-۴- تشریح معیار حرارت
۲۵۸	۲-۳-۴- مثال کاربردی: تعیین مقاومت ستون فلزی توخالی در مقابل حریق
۲۶۱	۳-۳-۴- مثال کاربردی: تعیین مقاومت حریق ستون توپر فلزی
۲۶۴	۴-۳-۴- روشهای مقاوم سازی ستونهای فلزی توخالی در برابر حریق
۲۶۵	۵-۳-۴- پوشش ستون با استفاده از عایق های حرارتی مناسب
۲۶۸	۶-۳-۴- مثال کاربردی: تعیین مقاومت حریق ستون فلزی توخالی دارای عایق پوششی ورمیکولیت
۲۷۱	۷-۳-۴- مثال کاربردی: تعیین مقاومت حریق ستون فلزی توخالی محصور در مصالح بنایی

فصل پنجم: نتایج و پیشنهادات

۲۷۷	۱-۵- خلاصه
۲۷۸	۲-۵- نتایج
۲۸۰	۳-۵- پیشنهادات
۲۸۱	۱-۳-۵- تدوین برنامه و طرح پیشگیری از حریق
۲۸۳	۲-۳-۵- تهیه طرح جامع ایمنی شهرها

پیوست

۲۸۷	جدول ضریب هدایت حرارتی مصالح "λ" مأخذ ۱۳
-----	--

منابع و مأخذ

۳۰۰

پایان کارشناسی ارشد
مهندسی عمران
گرایش سازه
بهمن ماه ۱۳۹۰
موسسه تخصصی معماری و سازه

فهرست جداول

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه آتشسوزی

- جدول ۱-۱- توزیع درصد موارد آتش سوزی در محل های مختلف تهران بزرگ برحسب فصل در سال ۱۳۵۰ ۶
- جدول ۲-۱- آمار آتش سوزیها، مجروحین و فوت شدگان ناشی از آتش سوزی در سال های ۷۱ و ۷۲ در تهران ۷
- جدول ۳-۱- آمار آتش سوزیهای سال ۶۸-۷۰ در تهران به تفکیک نوع تصرف ۸
- جدول ۴-۱- میزان تلفات و مصدومین ناشی از آتش سوزی در تهران در سالهای ۶۹-۷۰ ۸

فصل دوم: استاندارد آزمایشات آتش

- جدول ۱-۲- پروفیلهای درجه حرارت نمونه ها ۶۳
- جدول ۲-۲- محاسبه اندیس I و زیرنویسهای I_۱ و I_۲ برای نمونه یک ۶۴
- جدول ۳-۲- محاسبه اندیس I و زیرنویسهای I_۱ و I_۲ برای نمونه دو ۶۴
- جدول ۴-۲- دسته بندی مواد در آزمایش گسترش سطحی ۶۶
- جدول ۵-۲- نمونه ای از مواد دسته یک در آزمایش بالا ۶۶
- جدول ۶-۲- محتویات واقعی فضاهای مختلف مورد حریق ۷۸

فصل سوم: روشهای ایمنی حریق

- جدول ۱-۳- انواع ساختمان و بار سوخت موجود در آنها ۱۰۶
- جدول ۲-۳- نوع ساختمان و مقاومت زمانی لازم در برابر آتش ۱۰۸
- جدول ۳-۳- شدت تخمینی حریق در بناهای اداری و بناهای سبک بازرگانی ۱۱۹

۱۲۰	جدول ۳-۴- شدت تخمینی حریق در اشغالات مختلف
۱۴۵	جدول ۳-۵- درجه مقاومت حریق
۱۵۳	جدول ۳-۶- انبساط حرارتی بعضی جامدات بنابر آزمایشات سازمان استاندارد آمریکا
فصل چهارم: ضوابط ایمنی و محاسبات مقاومت حریق ساختمانها	
۱۷۹	جدول ۴-۱- طبقه بندی مقاومت حریق اجزاء ساختمانی
۱۸۴	جدول ۴-۲- نرخ مقاومت زمانی اجزاء متداول ساختمانی در برابر حریق
۱۸۹	جدول ۴-۳- میزان مقاومت حریق اعضای ساختمانی برحسب ساعت
۲۰۹	جدول ۴-۴- میزان مقاومت حریق دیوارهای حامل بار
۲۱۰	جدول ۴-۵- درجات پایداری حریق اعضای ساختمانی بنابر آئین نامه آمریکایی (UBC) به ساعت
۲۱۱	جدول ۴-۶- مبانی وسعت کف مجاز در بناهای یک طبقه به فوت مربع بنابر آئین نامه آمریکایی (UBC)
۲۱۲	جدول ۴-۷- حداکثر ارتفاع مجاز بناهای مختلف (برحسب آئین نامه آمریکایی UBC)
۲۱۳	جدول ۴-۸- حداقل حفاظت سیستمهای کف و بام بنا بر آئین نامه آمریکایی (UBC)
۲۱۴	جدول ۴-۹- درجات پایداری حریق جهت دیوارها و جدارهای مختلف
۲۱۵	جدول ۴-۱۰- حداقل ضخامت مواد مختلف عایق غیرقابل احتراق جهت حفاظت اعضای مختلف بدنه یک ساختمان بنابر مقاومت های مورد نظر (UBC)
۲۴۲	جدول ۴-۱۱- سرعت زمانی زغال شدن چوبهای مختلف (میلیمتر در دقیقه)
۲۶۰	جدول ۴-۱۲- نتایج مثال کاربردی: تعیین مقاومت حریق یک ستون توخالی فلزی
۲۷۰	جدول ۴-۱۳- نتایج مثال کاربردی: تعیین مقاومت حریق یک ستون توخالی فلزی دارای عایق پوششی ورمیکولیت
۲۷۳	جدول ۴-۱۴- نتایج مثال کاربردی: تعیین مقاومت حریق ستون فلزی توخالی محصور در مصالح بنایی

فهرست تصاویر و نمودار

عنوان

صفحه

فصل اول: مقدمه آتشسوزی

۵	نمودار ۱-۱- نمودار آتش سوزی های تهران بزرگ در فصول مختلف سال ۱۳۵۰
۶	نمودار ۲-۱- نمودار محل وقوع آتش سوزی های تهران بزرگ در سال ۱۳۵۰
۷	نمودار ۳-۱- نمودار علل آتش سوزی های تهران بزرگ در سال ۱۳۵۰
۱۲	شکل ۱-۱- منحنی تغییرات دما در یک دوره آتش سوزی
۱۲	شکل ۲-۱- مثلث حریق
۱۲	شکل ۳-۱- عوامل ایجادکننده آتش
۱۶	شکل ۴-۱- انواع انتقال حرارت
۱۶	شکل ۵-۱- حریق در یک فضای بسته
۱۸	شکل ۶-۱- منحنی استاندارد رشد حریق
۲۵	شکل ۷-۱- محدود کردن گسترش آتش خارجی با استفاده از پانلهای زیرپنجره
۲۵	شکل ۸-۱- محدود کردن گسترش آتش خارجی با استفاده از موانعی در کف طبقات
۳۳	شکل ۹-۱- انواع دیوارهای خارجی برحسب فاصله از محدوده
۳۵	شکل ۱۰-۱- تقسیم بندی بناها به بخشهای مختلف
۳۵	شکل ۱۱-۱- نمای کارگاه

فصل دوم: استاندارد آزمایشات آتش

۴۸	شکل ۱-۲- پدیده آتش و بخشهایی از استاندارد BS 476
۴۸	شکل ۲-۲- فرضیه وابستگی های هندسی مطابق استاندارد BS 476
۵۱	شکل ۳-۲- موقعیت پانلهای تشعشی در آزمایش
۵۱	شکل ۴-۲- تجهیزات مربوط به آزمایش سقف
۵۲	شکل ۵-۲- روابط هندسی در طراحی سقف
۵۴	شکل ۶-۲- شیب سقف و اندازه گیری گسترش شعله
۵۵	شکل ۷-۲- تجهیزات مربوط به آزمایش غیرقابل احتراق
۵۶	شکل ۸-۲- تجهیزات آزمایش غیرقابل احتراق
۵۷	شکل ۹-۲- نمونه تحت آزمایش غیرقابل احتراق
۵۷	شکل ۱۰-۲- تجهیزات آزمایش قابلیت احتراق
۵۹	شکل ۱۱-۲- تجهیزات آزمایش انتشار آتش
۶۱	شکل ۱۲-۲- تجهیزات آزمایش انتشار آتش
۶۱	شکل ۱۳-۲- منحنی تنظیم دما
۶۳	شکل ۱۴-۲- منحنی نمونه های ۲ او در مقایسه با منحنی تنظیم دما
۶۶	شکل ۱۵-۲- تجهیزات آزمایش انتشار شعله
۶۹	شکل ۱۶-۲- اثر گوشه ها بر انتشار شعله

عنوان

صفحه

۶۹	۱۷-۲- منحنی استاندارد آتش
۷۳	۱۸-۲- منحنی های مربوط به قسمت ۱۱ آزمایش
۷۳	۱۹-۲- آزمایش تعیین نوع و مقدار بخارات و گازهای سمی به روش هود و لوله
۸۰	۲۰-۲- اثر نوع فضای مورد استفاده در درجه حرارت سقف
۸۰	۲۱-۲- اثر تهویه و بار حریق بر روی درجه حرارت سقف
۸۱	۲۲-۲- نمودار درجه حرارت گازهای تولیدی در طول سقف دالان
۸۱	۲۳-۲- رابطه بین زمان و درجه حرارت گاز در سطح ۵ فوت ارتفاع دالان
۸۲	۲۴-۲- میزان تولید تخمینی حرارت در حریقهای مختلف
۸۲	۲۵-۲- اثر نوع اشتعال در دود دالان
۸۳	۲۶-۲- اثر تهویه در مقدار دود دالان
۸۳	۲۷-۲- اثر بار حریق در مقدار دود دالان
۸۴	۲۸-۲- تولید نسبی دود در ۶ حریق آزمایشی
۸۴	۲۹-۲- نموداری از درجات تثبیت شده حرارت در یک حریق واقعی با تهویه خفیف

فصل سوم: روشهای ایمنی حریق

۹۹	شکل ۱-۳- چگونگی انتشار حریق در بنای طبقه جداسازی نشده
۹۹	شکل ۲-۳- چگونگی انتشار حریق در طبقه همکف یک بنای چند طبقه
۱۰۰	شکل ۳-۳- چگونگی شروع و انتشار تدریجی حریق از طبقه همکف یک بنای چند طبقه به طبقات دیگر

عنوان

صفحه

۱۰۰	شکل ۳-۴- چگونگی انتشار حریق از ساختمانی به ساختمان دیگر از طریق پرتوهای شدید حرارتی
۱۰۲	شکل ۳-۵- تهدیدهای دود و گرما
۱۱۰	شکل ۳-۶- ریزش طبقات فوقانی
۱۱۰	شکل ۳-۷- پایداری، یکپارچگی و نارسانایی
۱۱۴	شکل ۳-۸- فضا بندی در یک ساختمان
۱۱۷	شکل ۳-۹- فضاها و جزء فضاها
۱۲۴	شکل ۳-۱۰- فاصله از خط مرزی
۱۲۵	شکل ۳-۱۱- محافظت پوششی
۱۲۹	شکل ۳-۱۲- افزایش فشار و مکش هوا
۱۲۹	شکل ۳-۱۳- افزایش فشار
۱۳۲	شکل ۳-۱۴- مکش هوا
۱۳۲	شکل ۳-۱۵- مخزن دود
۱۳۵	شکل ۳-۱۶- پرده های دود با ارتفاع متفاوت
۱۳۵	شکل ۳-۱۷- استفاده از طاق
۱۳۹	شکل ۳-۱۸- سیستمهای مکش مکانیکی و طبیعی
۱۳۹	شکل ۳-۱۹- صفحه خنثی
۱۴۱	شکل ۳-۲۰- اثر متقابل افشانک حریق و مکش دود
۱۴۵	شکل ۳-۲۱- استاندارد منحنی حرارت- زمان
۱۵۰	شکل ۳-۲۲- محافظت کارهای فولادی