







موسسه آموزش عالی انرژی  
دانشکده فنی و مهندسی  
پایان نامه دوره کارشناسی ارشد  
مهندسی شیمی – بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)

### عنوان

# ارائه راهکار به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق (مطالعه موردی شهر تهران)

اساتید راهنما:

دکتر یوسف یاسی

دکتر طاهر طاهریان

استاد مشاور:

دکتر مصطفی عادل زاده

پژوهشگر:

حامد مبارکی سهرابی

پاییز ۱۳۹۵

تاریخ صورتجلسه گروه آموزشی	
شماره دانشجویی	
کد دفاع	
تاریخ صورتجلسه شورای پژوهشی	



باسمه تعالی

این فرم باید توسط دانشجو تایید شده به تعداد خواسته شده، در روز دفاع تحویل داده شود.

صورتجلسه دفاع

با تأیید خداوند متعال جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد / آقای <b>حامد مبارکی</b>	در رشته: <b>HSE</b>	تحت عنوان: <b>ارائه راهکار به منظور ارتقای ایمنی در صنایع نفت و گاز</b>
با حضور استاد راهنما، استاد (استادان) مشاور و هیأت داوران در مؤسسه آموزش عالی انرژی ساوه در تاریخ <b>۱۵/۰۵/۱۳۹۵</b> تشکیل گردید.		
در این جلسه، پایان نامه: <input type="checkbox"/> با موفقیت مورد دفاع قرار گرفت <input checked="" type="checkbox"/> نیازمند اصلاحات است <input type="checkbox"/> مردود اعلام گردید.		
نامبرده نمره: <b>۱۸</b>	با امتیاز: <b>۱۸</b>	(بدون احتساب نمره مقاله) دریافت نمود: <b>بهره‌مند</b>

نام و نام خانوادگی استاد راهنما	<b>دکتر سید علی حسینی</b>	محل امضاء
نام و نام خانوادگی استاد مشاور	<b>دکتر سید علی حسینی</b>	محل امضاء
هیأت داوران:	۱- <b>دکتر سید علی حسینی</b> ۲- <b>دکتر سید علی حسینی</b>	محل امضاء ۱ محل امضاء ۲
مدیر گروه یا رئیس تحصیلات تکمیلی واحد:	<b>دکتر سید علی حسینی</b>	محل امضاء
نام و نام خانوادگی	<b>دکتر سید علی حسینی</b>	محل امضاء
معاون پژوهشی و فناوری مؤسسه آموزش عالی انرژی ساوه		

معاونت محترم آموزشی

احتراماً مراتب اتمام دفاع پایان نامه دانشجوی فوق الذکر اعلام می گردد. ضمناً نمره حاصل از ارزشیابی مقاله/ مقالات دانشجو برابر ضوابط (از سقف آنمره) محاسبه و نمره نهایی پایان نامه (مجموع نمره دفاع و مقاله) به عدد **۱۸** به حروف **هجده** به تصویب رسید.

معاون پژوهشی و فناوری مؤسسه آموزش عالی انرژی ساوه



حوزه معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی

موسسه آموزش عالی انرژی

### تعهدنامه اصالت پایان نامه

اینجانب حامد مبارکی سهرابی دانش‌آموخته مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته در رشته مهندسی شیمی گرایش HSE که در تاریخ ۱۳۹۵/۰۷/۱۵ از پایان‌نامه خود با عنوان ارائه راهکار به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق (مطالعه موردی شهر تهران) با کسب نمره ۱۸ و درجه - دفاع نموده‌ام بدین وسیله اعتراف می‌کنم:

(۱) این پایان‌نامه حاصل تحقیق و پژوهش اینجانب بوده و در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران (اعم از پایان‌نامه، کتاب، مقاله و ...) استفاده کرده‌ام، مطابق ضوابط موجود، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در فهرست منابع ذکر و درج نموده‌ام.

(۲) این پایان‌نامه قبلاً برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح، پایین‌تر یا بالاتر) در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی داخلی و خارجی ارائه نشده است.

ضمناً متعهد می‌شوم:

(۳) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده و هر گونه بهره‌برداری اعم از چاپ مقاله، کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از استاد محترم راهنما و گروه آموزشی مربوطه مجوزهای لازم را اخذ نمایم.

(۴) چنانچه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن را بپذیرم و موسسه آموزش عالی انرژی مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات رفتار نموده و در صورت ابطال مدرک تحصیلی‌ام، هیچگونه ادعایی نخواهم داشت.

نام و نام خانوادگی: حامد مبارکی سهرابی

تاریخ و امضاء:

## سپاسگزاری:

سپاس پروردگار مهربانم را که در هر نفس فرصتی گرانبها به من عطا نموده و در هر فرصتی نعمتی ارزنده، هر گامی را قوتی و هر مسیری را همتی، اکنون که به یاری ایزد منان این پژوهش پایان یافته است، به رسم ادب و احترام:

بر خویش واجب می‌دانم از مجموعه خوبانی که در انجام این پژوهش یاری نموده‌اند سپاس‌گزاری نمایم در این مجال ابتدا جا دارد از پدر و مادر عزیزم که زیباترین لطف خداوند هستند و همواره بهترین و صبورترین معلم و دلسوزترین حامیان من برای ادامه تحصیل بوده‌اند سپاس‌گزارم. از برادران عزیزم که در همه حال مشوق و پشتیبان من بوده‌اند و همواره حمایت و توجه‌شان مایه دلگرمی من است کمال تشکر و قدردانی را دارم.

خاضعانه‌ترین سپاس‌هایم را تقدیم می‌دارم به تمام آموزگاران که به من کلمه‌ای از خوبی آموختند فروتنانه ستایشگر اساتید راهنمایم هستم: جناب آقای دکتر یوسف یاسی، جناب آقای دکتر طاهر طاهریان و استاد مشاور جناب آقای دکتر مصطفی عادل‌زاده تمام سپاس قلبی‌ام را به خاطر راهنمایی‌های عالمانه ایشان جهت هدایت من در مسیر پژوهش، تقدیم‌شان می‌دارم.

تمام بودن‌ها، همدلی‌ها و همراهی‌های دوستان عزیزم را سپاس می‌گویم. همواره قدرشناس همه دوستانم هستم که مهربانه همراهم بوده‌اند و بر ایشان از پروردگار آرزوی پیروزی و موفقیت می‌نمایم.

در پایان از تمامی عزیزانی که یاری‌گرم بوده‌اند و بنا به قصور، نام مهربانشان در اینجا نگاشته نشد، قلباً سپاس‌گزارم. لطفشان در فزون

. تقدیم به:

✓ محکمترین و استوارترین پشتوانه زندگی ام

«پدرم»

تقدیم به:

✓ عشق و مهربانی، دلسوزی و محبت، روح زندگی ام

✓ همراه همیشگی لحظات سخت زندگی ام

«مادرم»

## چکیده

این تحقیق با هدف ارائه راهکار به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق در شهر تهران صورت گرفته است. از نظر دسته بندی تحقیقات بر حسب هدف یک تحقیق کاربردی می باشد، از نظر نحوه گردآوری داده ها توصیفی- پیمایشی است و در میان انواع روش های تحقیق توصیفی در زمره مطالعه موردی قرار گرفته است. جامعه آماری تحقیق تعداد ۲۶ نفر از مدیران ارشد HSE را شامل شده است که پرسشنامه خبرگان در میان آن ها پخش شد. بر اساس مطالعات صورت گرفته معیار های اصلی تحقیق از مهندسی سازه ای ساختمان، سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش، طراحی ایمنی ساختمان و مهارت های رفتاری ساکنین تشکیل شده است و هریک شامل تعدادی زیر معیار بوده است. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از رویکرد AHP صورت گرفته است. بر اساس نتایج تحقیق اثبات شد، معیار "مهارت های رفتاری ساکنین" با وزن نرمال شده ۰/۵۳۸ از بیشترین اولویت برخوردار است و از طرفی زیر معیار "پمپ ها و تاسیسات آتش نشانی" با وزن نرمال شده ۰/۵۵۳ به عنوان مهمترین زیر معیار مطرح شد.

کلمات کلیدی: ایمنی، ساختمان های بلند، حریق، AHP



## فهرست مطالب

فصل اول.....	۱
۱-۲- بیان مسئله.....	۳
۱-۳- ضرورت تحقیق.....	۴
۱-۴- روش تحقیق.....	۶
۱-۵- جامعه آماری.....	۶
۱-۶- ابزار گردآوری اطلاعات.....	۶
۱-۷- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات.....	۷
۱-۸- اهداف تحقیق.....	۷
۱-۹- سؤالات تحقیق.....	۸
۱-۱۰- قلمرو مکانی و زمانی تحقیق.....	۸
فصل دوم.....	۹
مقدمه.....	۱۰
بخش اول.....	۱۱
۱-۲- مبانی نظری پژوهش.....	۱۱
۱-۱-۲- منطقه پژوهش.....	۱۱
۱-۲-۲- آتش و انواع آتش سوزی.....	۱۶
۱-۲-۱-۲- آتش سوزی گروه جامدات یا مواد خشک (طبقه A).....	۱۶
۱-۲-۲-۲- آتش سوزی مایعات قابل اشتعال (طبقه B).....	۱۷
۱-۲-۳-۲- گازهای قابل اشتعال.....	۱۷

- ۱۷.....۴-۲-۱-۲-آتش سوزی برق (طبقه C)
- ۱۸.....۵-۲-۱-۲-آتش سوزی فلزات قابل اشتعال (طبقه D)
- ۱۸.....۶-۲-۱-۲-آتش سوزی مواد منفجره
- ۱۹.....۳-۱-۲-سیستم های اطفای حریق
- ۲۵.....۴-۱-۲-ایجاد حریق در ساختمان ها
- ۲۶.....۵-۱-۲-ساختمان های بلند
- ۲۸.....۶-۱-۲-حریق و ساختمان های بلند
- ۲۹.....۷-۱-۲-روش های حفاظتی و مقاوم سازی سازه ها در برابر حریق
- ۳۰.....۸-۱-۲-معیارهای ایمنی در برابر حریق
- ۳۰.....۱-۸-۱-۲-طراحی ایمن ساختمان
- ۳۱.....۲-۸-۱-۲-مهارت های رفتاری ساکنین
- ۳۱.....۳-۸-۱-۲-سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش
- ۴۰.....۴-۸-۱-۲-مهندسی سازه ای ساختمان
- ۴۱.....۹-۱-۲-ایمنی ساختمان بلند در مقابل آتش سوزی
- ۴۲.....۱-۹-۱-۲-نوع ساخت و ساز و مصالح
- ۴۳.....۲-۹-۱-۲-آبفشان خودکار
- ۴۳.....۳-۹-۱-۲-تدابیر آتش نشانی
- ۴۴.....۴-۹-۱-۲-دسترسی ها و خروج های اضطراری
- ۴۵.....۵-۹-۱-۲-باز شو ها
- ۴۵.....۶-۹-۱-۲-تجهیزات و تاسیسات
- ۴۷.....۷-۹-۱-۲-راهکارهای جانبی برای خروج از ساختمان در مواقع اضطراری

۵۰..... ۱-۲-۲- مطالعات داخلی

۵۳..... ۲-۲-۲- مطالعات خارجی

## ۵۶..... فصل سوم

۵۷..... ۱-۳- مقدمه

۵۸..... ۲-۳- روش و نوع پژوهش

۵۸..... ۳-۳- جامعه و نمونه مورد بررسی

۵۹..... ۴-۳- روش و ابزار گردآوری داده‌ها

۵۹..... ۵-۳- تهیه پرسشنامه خبره

۶۰..... ۶-۳- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

۶۱..... ۱-۶-۳- تکنیک تحلیل سلسله مراتبی

۶۲..... ۲-۶-۳- الگوریتم استفاده از AHP

## ۶۸..... فصل چهارم

۶۹..... ۱-۴- مقدمه

۷۱..... ۲-۴- ویژگی های عمومی پاسخ دهندگان

۷۱..... ۱-۲-۴- جنسیت

۷۲..... ۲-۲-۴- سن

۷۳..... ۳-۲-۴- سابقه خدمت

۷۴..... ۴-۲-۴- تحصیلات

۷۵..... ۳-۴- تعیین اولویت عناصر مدل با استفاده از تکنیک AHP

۷۵..... ۱-۳-۴- تعیین اولویت بر اساس هدف

۷۷..... ۲-۳-۴- مقایسه و تعیین اولویت زیر معیارها

۷۷.....	۴-۳-۲-۱- تعیین اولویت زیر معیارهای مهندسی سازه ای ساختمان
۷۸.....	۴-۳-۲-۲- تعیین اولویت زیرمعیارهای سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش
۸۰.....	۴-۳-۲-۳- تعیین اولویت زیرمعیارهای طراحی ایمنی داخلی ساختمان
۸۱.....	۴-۳-۲-۴- تعیین اولویت زیرمعیارهای مهارت‌های رفتاری ساکنین
۸۲.....	۴-۴- اولویت نهائی شاخص‌های با تکنیک AHP

## ۸۵..... فصل پنجم

۸۶.....	۵-۱- مقدمه
۸۷.....	۵-۲- خلاصه پژوهش و نتایج پژوهش و بحث
۸۸.....	۵-۳- نتایج پژوهش و بحث
۹۱.....	۵-۳- محدودیت‌های پژوهش
۹۱.....	۵-۴- پیشنهادات کاربردی
۹۸.....	۵-۵- پیشنهاداتی برای تحقیقات بعدی
۹۹.....	منابع

## فهرست جداول

- جدول ۱-۱ آمار آتش سوزی های شهر تهران در ۳ ماه بهار ۱۳۹۵..... ۴
- جدول ۱-۲ طبقه بندی انواع آتش..... ۱۹
- جدول ۲-۲ مقایسه حساسیت..... ۳۳
- جدول ۱-۳ ارزش گذاری شاخص ها نسبت به هم، مقیاس نه درجه ساعتی (۱۹۸۰)..... ۷۲
- جدول ۲-۳ شاخص تصادفی بودن (RI)..... ۶۷
- جدول ۱-۴ نماد های مورد استفاده در تحقیق..... ۷۰
- جدول ۲-۴ توزیع فراوانی پاسخ دهندگان براساس جنسیت..... ۷۱
- جدول ۳-۴ توزیع فراوانی پاسخ دهندگان براساس سن..... ۷۲
- جدول ۴-۴ توزیع فراوانی پاسخ دهندگان براساس سابقه خدمت..... ۸۵
- جدول ۵-۴ توزیع فراوانی پاسخ دهندگان براساس تحصیلات..... ۷۴
- جدول ۶-۴ تعیین اولویت معیارهای اصلی مؤثر در ایمنی ساختمانهای بلند در برابر حریق..... ۸۷
- جدول ۷-۴ تعیین اولویت زیرمعیارهای مهندسی سازه ای ساختمان..... ۷۷
- جدول ۸-۴ تعیین اولویت زیرمعیارهای سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش..... ۹۰
- جدول ۹-۴ تعیین اولویت زیرمعیارهای طراحی ایمنی داخلی ساختمان..... ۸۰
- جدول ۱۰-۴ تعیین اولویت زیرمعیارهای مهارتهای رفتاری ساکنین..... ۸۱
- جدول ۱۱-۴ تعیین اولویت نهائی شاخص های نهایی..... ۸۳

## فهرست اشکال

جدول ۱-۲- طبقه بندی انواع آتش (۲۳).....	۱۹
شکل ۱-۳- مدل مفهومی تحقیق با رویکرد AHP.....	۶۳
شکل ۲-۳- ساختار سوپر ماتریس اولیه (ناموزون).....	۶۳
شکل ۱-۴- نمودار فراوانی پاسخ دهندگان براساس جنسیت.....	۷۲
شکل ۲-۴- نمودار فراوانی پاسخ دهندگان براساس سن.....	۷۳
شکل ۳-۴- نمودار فراوانی پاسخ دهندگان براساس سابقه خدمت.....	۷۴
شکل ۴-۴- نمودار فراوانی پاسخ دهندگان براساس تحصیلات.....	۷۵
شکل ۵-۴- نمایش گرافیکی اولویت معیارهای اصلی مؤثر در ایمنی ساختمانهای بلند.....	۷۶
شکل ۶-۴- تعیین اولویت زیرمعیارهای مهندسی سازه ای ساختمان.....	۷۸
شکل ۷-۴- تعیین اولویت زیرمعیارهای سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش.....	۷۹
شکل ۸-۴- تعیین اولویت زیرمعیارهای طراحی ایمنی داخلی ساختمان.....	۸۰
شکل ۹-۴- تعیین اولویت زیرمعیارهای مهارت های رفتاری ساکنین.....	۸۲
شکل ۱۰-۴- تعیین اولویت نهائی شاخص های نهایی.....	۸۴
شکل ۱-۵- عوامل مؤثر پیشنهادی در حفاظت و ایمنی ساختمانهای بلند در برابر حریق.....	۹۲
فرمول ۱-۲.....	۳۵
فرمول ۱-۳.....	۶۵
فرمول ۲-۳.....	۶۶
فرمول ۳-۳.....	۶۷
فرمول ۳-۴.....	۶۷

## **فصل اول**

### **کلیات تحقیق**

## ۱-۱- مقدمه

بروز تغییرات و تحولات اساسی در الگوهای کار و زندگی، نیاز به ایجاد ساختمان‌های بزرگ و انواع تاسیسات صنعتی، توسعه شبکه‌های انرژی و گاز، به کار گرفتن تجهیزات مختلف، رواج استفاده از مصالح و وسایل سوختنی، وسعت و ارتفاع بیش از پیش بناها و بسیاری عوامل دیگر، جملگی باعث افزایش آتش‌سوزی در ساختمان‌ها و گسترش خطرات آن شده است.

درعین‌حال، با نگاهی به شاخص‌های رشد و توسعه اقتصادی می‌توان دریافت که سرمایه‌گذاری در بخش ساختمان، همواره سهم چشمگیری از تولیدات کشور را به خود اختصاص داده و مساله ایمنی بناها، چه از ابعاد فرهنگی و اجتماعی و چه از دیدگاه حفظ سرمایه‌های ملی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۵۰).

آتش‌سوزی و ضایعات جانی و مالی ناشی از آن که در ساختمان‌های کوتاه راه حل‌های پیشگیری و اطفای ساده‌ای دارد، در ساختمان‌های بلند تبدیل به یکی از مهمترین مسائل طراحی می‌شود. حفظ جان افراد در هنگام آتش‌سوزی از مسائل مهمی است که در طراحی ساختمان باید به آن توجه شود. علاوه بر استحکام سازه به‌صورت مقاومت آن در برابر آتش مطرح می‌شود، راه‌های فرار ساکنان و ایمنی گروه‌های آتش‌نشان را نظر باید در نظر گرفت (۳۱).

در این تحقیق به ارائه راهکار به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان‌های بلند در برابر حریق در شهر تهران پرداخته می‌شود. به این ترتیب که در ابتدا به شرح و بیان مسئله پژوهشی پرداخته می‌شود تا مبانی لازم جهت توجیه چرایی انجام پژوهش حاضر فراهم آید. در ادامه اهداف پژوهش بیان می‌شود. سپس قلمرو پژوهش به لحاظ زمانی و مکانی معین می‌شود و روش مورد استفاده در پژوهش حاضر به اختصار توضیح داده می‌شود. در نهایت نیز به تعریف واژه‌های پژوهش پرداخته می‌شود تا مطالعه پژوهش حاضر به صورتی ساده و قابل فهم میسر شود.



## ۱-۲- بیان مسئله

در سال های اخیر سامانه مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)<sup>۱</sup>، به عنوان ابزار مدیریتی جهت کنترل و بهبود مسائل در کلیه طرح های توسعه ای و صنعتی مطرح است. این سامانه با بررسی هم زمان سه فاکتور بهداشت، ایمنی و محیط زیست، زمینه مناسبی جهت استقرار و اجرای استانداردهای مدیریت محیط و معیارهای ایمنی و بهداشت زیستی (۱۴۰۱ ISO) و معیارهای ایمنی و بهداشت حرفه ای (OHSAS 18001)<sup>۲</sup> ایجاد می نماید (۲). ایمنی در لغت به معنی شرایط آزاد بودن از مشکلات یا آزاد بودن از شرایطی که موجب آسیب، صدمه یا خسارت می شود. در واقع ایمنی در بر گیرنده مجموعه تمهیداتی که جهت جلوگیری از بروز یا تخفیف آثار و عوارض نامساعد جانی و مالی حوادث طبیعی و غیر طبیعی نظیر سیل، طوفان، آتش سوزی، تصادف رانندگی و غیره صورت می گیرد است (۳). ایمنی در یک سیستم ممکن است به عنوان کیفیتی از سیستم تعریف شود که اجازه می دهد سیستم تحت شرایط از پیش تعیین شده با حداقل خسارت ناشی از حادثه عمل کند (۴). از سوی دیگر ایمنی را می توان مصونیت در برابر آسیب های ناشی از حوادث، اعم از طبیعی و غیر طبیعی (انسان ساخت) معنا کرد (۱). گسترش روزافزون شهرها در کلیه کشورهای جهان از جمله در ایران، از پیامدهای غیرقابل اجتناب عصر دانش و فناوری به شمار می رود. امروزه گسترش شهرها و به ویژه شهرهای بزرگ در جهان سوم، موجب تشدید عوارض منفی توسعه شهری است، که تشدید آلودگی های محیط از مهمترین آنها به شمار می رود. رشد و توسعه شهرنشینی با گسترش کالبدی شهرها رابطه مستقیم داشته و دوری از طبیعت و قطع رابطه انسان با محیط زیست طبیعی را موجب می شود (۵). آنچه که امروز در بیشتر کشورها از جمله ایران چارچوب اقدامات حفاظتی در برابر حریق را مشخص می کند، مقررات ساختمانی هستند. این مقررات حداقل الزامات را برای طراحی و ساخت ساختمان ها ایجاد می نماید. بر این اساس حداقل الزامات برای تأمین ایمنی و سلامت افراد ایجاد شده و به طور کل نشان دهنده توازن بین بهترین وضعیت ایمنی و امکانات اقتصادی را فراهم می کند. به طور خلاصه مفاد یک قانون ایمنی حریق این است که سطحی از ایمنی به دست آید که شروع، رشد و گسترش حریق محدود گردیده، از فروریزی ساختمان در اثر حریق جلوگیری کند، به ساکنین اجازه دهد که به طور ایمن تخلیه شوند و همچنین برای پرسنل آتش نشانی این امکان را

<sup>1</sup> Health , Safety , Environment

<sup>2</sup> Occupational Health Safety Assessment Series

فراهم کند تا به ساختمان وارد شده و حریق را اطفاء نمایند (۶). به این منظور برای اینکه تصمیم درستی در مورد انتخاب و اجرای گزینه یا گزینه های مناسب حفاظتی انجام شود، در فرایند طراحی باید مفهوم ریسک در نظر گرفته شود و در ضمن در صورت وقوع حریق ایمنی جانی افراد در مرحله اول تأمین شود؛ بنابراین یک طراحی مناسب ایمنی حریق باید بر اساس ارزیابی ریسک حریق صورت گیرد (۷). بنابراین در این تحقیق به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق راهکارهایی ارائه می شود.

### ۱-۳- ضرورت تحقیق

آتش سوزی همواره از عواملی بوده است که خسارت های بسیاری به انسان وارد آورده است، آمارهایی که از آتش سوزی های شهر تهران در ساختمان های بلند طی گزارش های سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران در سه ماه بهار ۱۳۹۵ اعلام شده، به شرح جدول ۱-۱ می باشد:

جدول ۱-۱: آمار آتش سوزی های شهر تهران در سه ماه بهار ۱۳۹۵

ردیف	نوع حادثه	نوع سازه	تعداد طبقات	علت	میزان خسارت (ریال)
۱	حریق	اسکلت فلزی با سقف آجری	هفت	بی احتیاطی - سهل انگاری - کشیدن بار اضافی از شبکه برق	۴۰۰۰۰۰۰
۲	حریق	اسکلت بتونی با سقف بتون، تیرچه و سفال	شش	عدم آگاهی - ندانستن نشت گازهای قابل اشتعال	۱۵۰۰۰۰۰۰
۳	حریق	فلزی - تیرآهن	شش	سهل انگاری - بی دقتی ضعف اتصالات	۲۰۶۰۱۰۰۰۰
۴	حریق	اسکلت فلزی با سقف بتون - تیرچه و سفال	نه	سهل انگاری - بی احتیاطی انداختن ته سیگار	۲۰۰۰۰۰۰۰
۵	حریق	اسکلت فلزی با سقف بتون - تیرچه و یونولیت	هفت	اتصال برق - عدم استفاده از فیوز مناسب	۳۰۰۰۰۰۰
۶	حریق	اسکلت فلزی با سقف بتون - تیرچه و یونولیت	هشت	سهل انگاری - انتقال حرارت در مجاورت مواد قابل اشتعال	۲۵۰۰۰۰۰۰
۷	حریق	اسکلت فلزی با سقف بتون - تیرچه و سفال	نه	عمدی - انداختن مواد قابل اشتعال - ته سیگار	۴۰۰۰۰۰۰

\*طبق گزارش - واحد آمار سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران

بروز حوادث مکرر در ساختمان‌های بلند و مجتمع‌های بلند مسکونی این ضرورت را ایجاد می‌نماید که مسئولیت ایمنی و پیشگیری از بروز حوادث و آتش‌سوزی‌ها و حفظ جان و مال ساکنین و متصرفین این بناها بر عهده متولیان خبره و کارآمدی قرار گیرد تا ضمن ارائه آموزش‌های لازم به ساکنین خطرات موجود در محل را شناسایی و با ایجاد هماهنگی‌های لازم با مسئولین مربوطه برطرف نماید. اهمیت این وظیفه به نسبت تعداد ساکنین و متصرفین هر مجتمع بالا رفته و در مجموعه‌های بزرگ ضروری است این وظیفه به‌دقت موردتوجه قرار گیرد (۲۸).

فعالیت‌ها و تدابیر اجرایی در رابطه با شناسایی دلایل بروز حریق و تلاش در راستای مصون ماندن در مقابل آن، مناسب‌ترین و به‌صرفه‌ترین اقدامات جهت حصول ایمنی می‌باشند. در این رابطه رعایت اصول و مقررات پیشگیری و ایمنی در بخش‌های مختلف از اهمیت بسزایی برخوردار است. به‌علاوه حسن رعایت و اجرای مقررات و ضوابط در فرآیند ساخت‌وساز نیز مهم می‌باشد. البته با توجه به مفهوم ایمنی که نسبی بوده و به‌رغم اقدامات مؤثر در زمینه پیشگیری از حریق، به‌هرحال بروز حوادث و آتش‌سوزی‌های طبیعی و انسان‌ساخت امری بدیهی می‌باشد. لذا باید با اتخاذ تدابیر مناسب راه‌های رشد و توسعه آن را شناسایی و با انجام تدابیر و تمهیدات اصولی، بنا را در مقابل آن حفظ نماییم. به‌علاوه ضروری است جهت حصول ایمنی در ساختمان، نسبت به تدارک اصولی وسایل و ملزومات و تمهید و تجهیز ساختمان به سیستم‌های ایمنی و آتش‌نشانی، اقدام لازم صورت گیرد. شایان ذکر است که کوشش‌های فوق‌الذکر باید به موازات یکدیگر و هماهنگ با هم صورت پذیرد. بدیهی است شرط لازم و کافی جهت ایمن‌سازی ساختمان‌های بلند، حسن توجه و اجرای تدابیر فوق به صورت کامل می‌باشد (۲۸).

یک برنامه موفق حفاظت در مقابل حریق شامل تدابیری است که بتوان آتش‌سوزی‌ها را در همان لحظات شروع آشکار و با آنها مقابله نمود. به علاوه اطلاع یافتن به‌موقع از بروز آتش‌سوزی فرصت بیشتری را برای تخلیه ساختمان و حفاظت از اموال (بنا، محتویات و ساختمان‌های مجاور) فراهم می‌کند.

## ۱-۴- روش تحقیق

روش‌های پژوهش در علوم رفتاری را معمولاً با توجه به دو ملاک هدف و ماهیت تقسیم‌بندی می‌کنند (۸). جهت توضیح روش پژوهش نخست باید نوع پژوهش مشخص شود. به طور کلی روش‌های پژوهش در علوم رفتاری را می‌توان با توجه به دو ملاک هدف تحقیق و نحوه گردآوری داده‌ها تقسیم کرد. تحقیقات براساس هدف به دو دسته بنیادی و کاربردی تقسیم می‌شوند (۱۰). نظر به اینکه هدف اصلی از انجام این پژوهش ارائه راهکار به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان‌های بلند در برابر حریق می‌باشد؛ می‌توان گفت پژوهش حاضر از نظر هدف در حیطه تحقیقات کاربردی می‌باشد.

## ۱-۵- جامعه آماری

در مطالعه حاضر چون از رویکردهای تحقیق در عملیات استفاده شده است بنابراین جامعه مورد بررسی را خبرگان و کارشناسان ارشد حوزه مورد مطالعه تشکیل می‌دهند. در این مطالعه از تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای اولویت‌بندی معیارهای اصلی و انتخاب گزینه بهینه استفاده شده است. ساعتی، معتقد است تعداد ده نفر از خبرگان برای مطالعات مبتنی بر مقایسه زوجی کافی است (۱۴). همچنین ریزا و وازیلیس (۱۹۸۸) با اشاره به این نکته که تعداد خبرگان به عنوان مصاحبه شونده نباید زیاد باشد در کل ۵ الی ۱۵ نفر را پیشنهاد می‌کنند. از طرفی با توجه به اینکه تعداد خبرگان محدود می‌باشد نمونه گیری صورت نمی‌گیرد و جامعه منطبق بر نمونه می‌باشد. طبق نظرات گرفته شده در نتیجه تعداد ۲۶ نفر از خبرگان به عنوان نمونه مورد بررسی در این مطالعه استفاده شده اند.

## ۱-۶- ابزار گردآوری اطلاعات

روش‌های گردآوری اطلاعات در این پژوهش به دو دسته کتابخانه‌ای و میدانی تقسیم می‌شود. در خصوص جمع آوری اطلاعات مربوط به ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش از روش‌های کتابخانه‌ای و جهت گردآوری اطلاعات برای تایید یا رد فرضیه‌های پژوهش از

روش میدانی استفاده شده است. در این پژوهش ابزار جمع آوری داده ها ابزار پرسشنامه<sup>۱</sup> می باشد. پرسشنامه اصلی مورد استفاده پرسشنامه خبره است. پرسشنامه خبره جهت اولویت بندی معیارهای اصلی انتخاب روش انجام پروژه با استفاده از تکنیک های مبتنی بر مقایسه زوجی مورد استفاده یعنی AHP<sup>۲</sup> می باشد. این پرسشنامه ها براساس طیف ۹ درجه ساعتی تنظیم شده است.

## ۷-۱- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات در این تحقیق، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، یکی از معروفترین فنون تصمیم گیری چند منظوره است. این روش در هنگامی که عمل تصمیم گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم گیری روبرو است می تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می توانند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتب تصمیم، آغاز می کند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می دهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام می گیرد. این مقایسات وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه های رقیب مشخص می سازد. در نهایت منطق AHP به گونه ای ماتریس های حاصل از مقایسات زوجی را با همدیگر تلفیق می سازد که تصمیم بهینه حاصل آید.

## ۸-۱- اهداف تحقیق

### اهداف ویژه

۱. شناسایی عوامل مؤثر بر ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق
۲. اولویت بندی عوامل مؤثر بر ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق
۳. ارائه الگویی جامع جهت ارزیابی عوامل مؤثر بر ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق

---

<sup>۱</sup> Questionire

<sup>۲</sup> Analytical Hierarchy process, AHP

۴. تشریح چگونگی عملکرد و اثر گذاری مؤلفه ها در حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق

## هدف کاربردی

تدوین و ارائه الگوی مدیریتی با نگرش حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق

## ۹-۱- سؤالات تحقیق

۱. مهمترین عوامل مؤثر بر ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق کدام است؟
۲. اولویت بندی عوامل مؤثر بر ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق به چه صورت است؟
۳. الگوی مناسب جهت ارزیابی عوامل مؤثر بر ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق به چه صورت می باشد؟
۴. راهکارهایی استراتژیک و کاربردی جهت مدیریت حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق به چه صورت است؟

## ۱۰-۱- قلمرو مکانی و زمانی تحقیق

الف: قلمرو موضوعی: ارائه راهکار به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق

ب: قلمرو مکانی تحقیق: تحقیق حاضر در شهر تهران انجام شده است.

ج: قلمرو زمانی تحقیق: این تحقیق در سال ۹۵-۹۶ صورت پذیرفته است.

## **فصل دوم**

### **ادبیات پژوهش**

## مقدمه

بی تردید چشم انداز بیست سال آینده کشور، دست یابی به توسعه پایدار است. عامل های متعددی در دست یابی به توسعه پایدار نقش دارند که از آن جمله می توان عامل های اقتصادی، اجتماعی، صنعت، فرهنگ و هم چنین بهداشت، ایمنی و محیط زیست را نام برد. نگرش فوق، استراتژی به حداقل رساندن اثرهای نامطلوب صنعت بر محیط و افزایش اثرهای مطلوب آن با تأمین ایمنی همه جانبه کلیه کارکنان سازمان، تجهیزات و تأسیسات و حفاظت از محیط زیست به عنوان سرمایه انسانی را الزام می نماید. نتایج تحقیق های بین المللی در زمینه ریشه یابی حوادث در صنایع بزرگ نشان می دهد که عامل هایی نظیر ضعف در برنامه ریزی، عدم آموزش کافی پرسنل، روش های نادرست مدیریتی، ساختارهای سازمانی نامناسب و عدم پذیرش فرهنگی، در زمان های مختلف عمر یک سازمان زمینه ساز وقوع حوادث بوده اند (۳).

ادبیات پژوهش مطالعه حاضر در دو بخش ارائه خواهد شد. در بخش اول مبانی نظری و مفاهیم ارائه راهکار به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق و مدل معادلات ساختاری و مسائل مربوط به آن بیان می شود. در بخش دوم مطالعات انجام گرفته پیشین در زمینه مورد بررسی صورت خواهد گرفت.



## بخش اول

### ۲-۱- مبانی نظری پژوهش

#### ۲-۱-۱- منطقه پژوهش

در پژوهش حاضر منطقه مورد بررسی استان تهران می باشد که در زیر به توضیح ساختار و مناطق تهران در سطح جغرافیایی و سیاسی و جمعیتی پرداخته شده:

#### استان تهران

استان تهران به مرکزیت شهر تهران، با وسعتی حدود ۱۲،۹۸۱ کیلومتر مربع، بین ۳۴ تا ۳۶،۵ درجه عرض شمالی و ۵۰ تا ۵۳ درجه طول شرقی واقع شده است. این استان از شمال به استان مازندران، از جنوب به استان قم، از جنوب غربی به استان مرکزی، از غرب به استان البرز و از شرق به استان سمنان محدود است. جمعیت این استان در سال ۱۳۹۲، ۱۲،۴۲۵،۰۰۰ نفر بوده است. مرکز این استان شهر تهران است. شهر تهران پایتخت کشور ایران نیز به شمار می رود.

#### تقسیمات کشوری

استان تهران دارای شانزده شهرستان است که عبارتند از:

- ۱- شهرستان دماوند
- ۲- شهرستان اسلامشهر
- ۳- شهرستان فیروزکوه
- ۴- شهرستان پردیس
- ۵- شهرستان ری
- ۶- شهرستان رباط کریم
- ۷- شهرستان شمیرانات
- ۸- شهرستان تهران
- ۹- شهرستان ورامین
- ۱۰- شهرستان پاکدشت
- ۱۱- شهرستان پیشوا
- ۱۲- شهرستان شهریار
- ۱۳- شهرستان ملارد
- ۱۴- شهرستان قدس
- ۱۵- شهرستان بهارستان
- ۱۶- شهرستان قرچک

استان تهران با بیش از ۱۲ میلیون نفر جمعیت، ۵/۱۷ درصد جمعیت کل کشور را در خود جای داده است. از این میزان، ۱۲، ۲۵۲ هزار نفر در مناطق شهری و ۱، ۱۶۱ هزار نفر در مناطق روستایی آن ساکن هستند. ۶/۶۳ درصد از جمعیت شهری استان تهران در شهر تهران و مابقی در ۴۴ شهر دیگر استان ساکن هستند. رشد جمعیت شهر تهران ۱/۴ درصد است که در مقایسه

با دهه قبل اندکی افزایش یافته است. میان شهرهای استان تهران، شهریار با ۸/۱۶ درصد رشد سالیانه، در مقام اول رشد قرار دارد و کمال شهر با ۴/۱۱ درصد، ملارد با ۱۰ درصد و پاکدشت با ۹/۹ درصد و صفادشت با ۸/۸ درصد رشد سالانه در مقام های بعدی قرار دارند. در طول دهه ۱۳۸۵-۱۳۷۵ ده شهر به شهرهای استان تهران اضافه شده اند که بزرگ ترین آنها شهرهای اندیشه، صالح آباد و باغستان و نصیرآباد با ۷۵ هزار، ۵۴ هزار، ۵۲ هزار، ۲۳ هزار نفر و کوچک ترین آنها شهر ارجمند با ۱۷۰۰ نفر بوده است. استان تهران امروزه دارای ۱۶ شهرستان، ۴۵ شهر و ۷۸ دهستان است.

## **جغرافیای استان تهران**

پستی و بلندی

استان تهران در دامنه جنوبی البرز مرکزی قرار دارد. ناهمواری های این استان به سه دسته تقسیم می شوند:

رشته کوه های البرز در شمال تهران

بخش های مرکزی و کوهپایه های جنوبی البرز

دشت های استان تهران

### **۱. رشته کوه البرز**

#### **بخش شمالی**

رشته کوه البرز به ۳ قسمت شرقی، مرکزی و غربی تقسیم می شود. استان تهران در بخش مرکزی این رشته کوه جای دارد. بخش مرکزی رشته کوه البرز به ۳ قسمت شمالی، میانی و جنوبی تقسیم می شود. بخش محدودی از این ارتفاعات در استان تهران و مابقی در استان مازندران واقع شده است.

#### **بخش میانی**

این ارتفاعات شمالی، حد شمالی استان تهران را تشکیل می دهد. در شمال غربی آن، کوه های استان البرز و در شمال شرقی آن ارتفاعات فیروزکوه قرار دارد.

## بخش جنوبی

سومین بخش از البرز مرکزی است که رودهای کرج و جاجرود آن را قطع کرده‌است. از کوه‌های مهم این قسمت می‌توان به لواسانات و شمیرانات را نام برد.

## ۲. بخش مرکزی

بخش‌های مرکزی و کوهپایه‌های جنوبی البرز که زمین‌های این ناحیه به علت داشتن شیب ملایم و خاک‌های آبرفتی برای کشاورزی مناسب است.

## ۳. دشت‌ها

دشت‌های استان تهران با شیب ملایم از شمال غربی به جنوب شرقی کشیده شده‌اند. این دشت‌ها به دلیل هموار بودن شرایط خوبی را برای فعالیت‌های انسانی مانند زراعت و ساختن کارخانجات، فراهم آورده‌اند.

## جنگل‌ها

جنگل‌های طبیعی: در نقاط مختلف استان این گونه جنگلها پراکنده‌اند؛ در دامنه‌های جنوبی البرز، ارتفاعات تهران گونه‌های گیاهی مانند بادام کوهی، پسته، انجیر و زرشک به چشم می‌خورد.

جنگل‌های دست کاشت: طی سال‌های اخیر، فضاها و پارک‌های جنگلی جدید در استان تهران به وجود آمده است. بزرگترین آن‌ها عبارت‌اند از پارک چیتگر در غرب استان و پارک جنگلی لویزان در شمال شرق آن. در سطح استان چندین پارک جنگلی دیگر از جمله سوهانک، وردآورد، سرخه حصار و توسکا وجود دارد. درختان این پارک‌ها عمدتاً کاج، اقاقیا و زبان گنجشک هستند.

## مراعات

در مناطق شمالی استان، بارش بیش از ۳۰۰ میلی‌متر در سال، دمای کافی، خاک مساعد و ویژگی‌های خاص توپوگرافی پوشش گیاهی مناسبی را به صورت مراعات بهاری و تابستانی در کوه و دشت برای دامپروران محلی و عشایری به وجود می‌آورد. گونه‌های گیاهی عمده در این مناطق عبارت‌اند از بنه، گز، خاکشیر، شیرین بیان، قیاق، گون، آویشن، خزه و کنگر.

## ناهمواری‌ها

استان تهران در جنوب شرقی مرکز رشته کوه‌های البرز که در شمال ایران از آذربایجان تا خراسان با جهت غربی- شرقی کشیده شده، قرار دارد. رشته کوه‌های البرز به سه دیواره تقسیم می‌شود:

دیواره شمالی: ارتفاعات محدودی از این دیواره در استان تهران و بقیه آن در استان مازندران قرار دارد.

دیواره میانی: حد شمالی استان را تشکیل می‌دهد و بلندترین قسمت رشته کوه‌های البرز مرکزی است. کوه دماوند به ارتفاع ۵۶۷۱ متر در بخش لاریجان شهرستان آمل استان مازندران قرار دارد. این دیواره بزرگ کوهستانی به صورت کوه‌های «کندوان» و پس از آن کوه‌های «طالقان» در شمال غربی استان تا محل به هم پیوستن رود «الموت» به «طالقان رود»، ادامه می‌یابد. در شمال شرقی نیز این دیواره با نام رشته ارتفاعات شهرستان فیروزکوه و سوادکوه تا دره رود فیروزکوه (شعبه اصلی حبله رود) که از جنوب دامنه‌های شرقی آن می‌گذرد، ادامه می‌یابد. در شرق دره فیروزکوه که پس از دریافت زیرشاخه‌هایی حبله رود نامیده می‌شود، ارتفاعات «شه میرزاد» شروع می‌شود.

دیواره جنوبی: سومین بخش از ارتفاعات مرکزی است که رودخانه‌های جاجرود و کرج آن را بریده و به سه قسمت جدا از هم تقسیم نموده‌است. این سه قسمت عبارت‌اند از:

کوه‌های لواسانات که بین دره‌های رود دماوند و جاجرود قرار دارند و در شمال به دره «رود لار» محدودند. دنباله این کوه‌ها در شرق جاده آبدلی و دماوند تا دره حبله رود ادامه یافته‌اند.

کوه‌های شمیرانات که بین سرچشمه‌های جاجرود و کرج قرار دارند و بلندترین نقطه آنها قله‌های خلنو، سرکچال و کلون‌بستک با ارتفاع بین ۴۲۰۰ تا ۴۳۷۵ متر است.

کوه‌های کهار که از غرب دره رودخانه کرج شروع شده و در جنوب طالقان رود به موازات آن ادامه دارند.

علاوه بر این سه دیوار کوهستانی، در جنوب و شرق دشت تهران کوه‌هایی با ارتفاع کمتر وجود دارند که مهم‌ترین آنها کوه‌های حسن‌آباد و نمک در جنوب و بی‌بی شهربانو و القادر در جنوب شرقی و ارتفاعات قصر فیروزه در شرق است.

## آب و هوا

عواملی که در آب و هوای استان تهران تاثیرگذار هستند:

در نواحی مختلف استان تهران به علت موقعیت ویژه جغرافیایی، آب و هوای متفاوتی شکل گرفته است. سه عامل جغرافیایی در ساخت کلی اقلیم استان تهران نقش مؤثری دارند:

کوير يا دشت کوير: مناطق خشک مانند دشت قزوین، کوير قم و مناطق خشک استان سمنان که مجاور استان تهران قرار دارند، از عوامل منفی تأثیرگذار بر هوای استان تهران هستند و موجب گرما و خشکی هوا، همراه با گرد و غبار می شوند.

رشته کوه های البرز: این رشته کوه ها موجب تعدیل آب و هوا می شود.

بادهای مرطوب و باران زای غربی: این بادهای نقش مؤثری در تعدیل گرمای سوزان بخش کويری دارند، ولی تأثیر آن را خنثی نمی کنند.

استان تهران را می توان به سه بخش اقلیمی زیر تقسیم کرد:

ارتفاعات شمالی: بر دامنه های جنوبی، بلندی های البرز مرکزی، در ارتفاعی بالای ۳۰۰۰ متر قرار گرفته و آب و هوایی مرطوب و نیمه مرطوب و سردسیر با زمستانهای بسیار سرد و طولانی دارد. بارزترین نقاط این اقلیم، دماوند، فیروزکوه، کلون بستک (در لواسانات) و توچال است.

کوهپایه: این اقلیم در ارتفاع دو تا سه هزار متری از سطح دریا قرار گرفته و دارای آب و هوایی نیمه مرطوب و سردسیر و زمستان هایی به نسبت طولانی است. آبدلی، شهرستان فیروزکوه، شهرستان دماوند، لواسانات (شامل شهر لواسان، دهستان لواسان بزرگ، دهستان لواسان کوچک، منطقه حفاظت شده ورجین، دشت لار و سد لتیان)، همچنین سد امیرکبیر و دره طالقان در این اقلیم قرار دارند.

نیمه خشک و خشک: با زمستان های کوتاه و تابستان های گرم، در ارتفاعات کمتر از ۲۰۰۰ متر واقع شده است. هر چه ارتفاع کاهش می یابد، خشکی محیط بیشتر می شود. ورامین، شهریار و جنوب شهرستان کرج در این اقلیم قرار گرفته اند.

هوای تهران در مناطق کوهستانی دارای آب و هوای معتدل و در دشت، نیمه بیابانی است. تهران در مرز شرایط جوی بری و اقیانوسی قرار گرفته و تمایل آن به موقعیت بری بیشتر از وضعیت اقیانوسی است.

## منابع آب

وجود رودخانه‌های همیشگی مانند رودخانه کرج، رودخانه جاجرود، رود لار، حبله رود، رود شور یا ابهررود و طالقانرود موجب شده تا استان تهران از لحاظ منابع آب کمبودی نداشته باشد. بیشترین رودخانه‌های استان از کوه‌های البرز سرچشمه می‌گیرند. در استان تهران قنات‌های زیادی وجود داشته که در گذشته نه چندان دور در تأمین آب مورد نیاز مناطق شهری و روستایی سهم بسزایی داشته‌اند؛ ولی امروزه با استفاده از امکانات آب لوله‌کشی که از سدهایی چون سد امیرکبیر، لتیان و رود لار تأمین می‌شود، آب قنات‌ها و چشمه‌ها فقط برای کشاورزی و آبیاری مصرف می‌شود و فقط بعضی چشمه‌ها، به ویژه چشمه‌های آب معدنی که بیشتر در شمال شرقی استان متمرکزند، اهمیت سابق خود را حفظ کرده‌اند. مهم‌ترین این چشمه‌ها عبارت‌اند از: چشمه اعلاء دماوند، چشمه آبعلی هراز، چشمه وله در گچسار، چشمه شاه دشت کرج، چشمه علی در شهرری، چشمه تیزآب، چشمه گله گیله و... (۲۱).

## ۲-۱-۲- آتش و انواع آتش سوزی

برای اتفاق افتادن حریق وجود سه چیز ضروری است: سوخت، حرارت و اکسیژن. این سه عامل به مثلث حریق معروف است. اگر یکی از این عوامل برداشته شود، حریق خود به خود از بین می‌رود. آتش سوزی‌ها را با توجه به نوع ماده سوختنی به ۶ طبقه تقسیم می‌شوند (۲۲):

## ۲-۱-۲-۱- آتش سوزی گروه جامدات یا مواد خشک (طبقه A)

به آتش سوزی موادی گفته می‌شود که بعد از سوختن از خود خاکستر باقی می‌گذارند و با آب واکنش شیمیایی خطرناکی ندارند؛ مانند چوب، کاغذ، لاستیک، حبوبات، غلات و...

بهترین روش برای اطفای حریق این طبقه از آتش سوزی ها روش خنک کردن می باشد. برای این کار از آب که قدرت خنک کنندگی خوبی دارد، استفاده می شود. البته حجم آبی که به منظور اطفای استفاده می شود، باید متناسب با وسعت حریق باشد.

## **۲-۱-۲-۲-آتش سوزی مایعات قابل اشتعال (طبقه B)**

مایعات قابل اشتعال به علت تبخیر سریع از نظر سهولت و ادامه اشتعال، خطرناک تر از جامدات بوده و به علت اینکه دارای شکل ثابتی نیست، احتمال جاری و پخش شدن آنها در محیط وجود دارد و همین عمل باعث ازدیاد سطح تماس مایع با هوا شده و شعله را زیاد می کند. پودر شیمیایی و کف، خاموش کننده مناسب این نوع آتش سوزی هاست. همچنین لازم است مایعات قابل اشتعال در داخل مخازن فلزی دربار و دور از منابع حرارتی و عوامل حرارت را نگهداری شوند.

## **۲-۱-۲-۳-گازهای قابل اشتعال**

در این مورد نباید شعله را اطفای کرد بلکه باید به هر طریق ممکن که ایمن هم باشد از خروج گاز جلوگیری کرد و در صورتی که گاز از سیلندر خارج شده و شعله ور است، باید بدنه سیلندر را خنک نمود. اگر بنا به شرایطی لازم باشد که شعله اطفای شود، خاموش کننده پودر خشک شیمیایی بهترین اثر را در این مورد دارد. ضمن آنکه در صورت پراکندگی گاز در محیط و عدم وجود شعله، وضعیت بسیار خطرناک است و بایستی نکات ایمنی مربوط به این شرایط خاص، رعایت شود.

## **۲-۱-۲-۴-آتش سوزی برق (طبقه C)**

در آتش سوزی لوازم و تاسیسات برقی، اولین اقدام قطع جریان برق و سپس استفاده از خاموش کننده مناسب با توجه نوع ماده سوختنی است. اگر قطع برق ممکن نباشد، بهترین

اطفاء کننده، خاموش کننده دی اکسیدکربن و یا پودر خشک شیمیایی است. قبل از قطع جریان برق استفاده از آب یا کف جهت اطفای حریق باعث برق گرفتگی می شود و بعد از قطع جریان برق هم استفاده از آب یا کف باعث آسیب دیدن دستگاه خواهد شد. خاموش کننده دی اکسیدکربن اغلب برای اطفای حریق در اتاق های کامپیوتر، آشپزخانه ها، بایگانی ها و مراکز اسناد به کار می رود. پس از استفاده اثری از خود باقی نمی گذارد، سمی نیست و معمولاً به وسایل الکتریکی آسیبی نمی رساند.

## **۲-۱-۲-۵-آتش سوزی فلزات قابل اشتعال (طبقه D)**

این گونه فلزات چون از نظر شدت و سرعت سوختن و روش های اطفاء با دیگر موارد فرق می کنند، لذا روش های اطفای آنها هم متفاوت است. این فلزات عبارتند از: سدیم، پتاسیم، منیزیم، آلومینیوم، باریوم و ... برای اطفای حریق فلزات قابل اشتعال نباید از آب یا کف استفاده نمود؛ زیرا به علت واکنش این فلزات با آب، گاز هیدروژن تولید شده که به شدت قابل اشتعال است و باعث تشدید حریق می شود. بهترین خاموش کننده برای این فلزات استفاده از پودر خشک یا ماسه صد در صد خشک است.

## **۲-۱-۲-۶-آتش سوزی مواد منفجره**

مواد منفجره اغلب در صنایع نظامی مصرف دارند و عبارتند از تی ان تی، کلرات ها، نیترات ها، دینامیت، نیتروگلیسرین، پیکرات ها و ... در صورت آتش سوزی این مواد بایستی محل را سریع ترک کرد و با استفاده از سرلوله های آب نصب شده بر روی سه پایه یا خودروهای مانیتور دار، اقدام به خنک کردن آنها از فاصله مناسب نمود. انبار نگهداری این مواد باید مجهز به سیستم ها آب افشان اتوماتیک (اسپرینکلر) باشد تا به هنگام بالا رفتن درجه حرارت یا ایجاد حریق، بلافاصله شروع به اطفاء یا خنک کردن مواد کند.

این تقسیم بندی در متون به شکل دیگری هم آمده است: آتش سوزی جامدات A، مایعات B، وسایل الکتریکی C، فلزات D.



جدول ۱-۲- طبقه بندی انواع آتش (۲۳)

نوع آتش	توصیف	خاموش کننده
A	مواد سوختنی معمولی مانند چوب، کاغذ، پارچه، فیبر، لاستیک و بسیاری از پلاستیک ها (قابل خاموش شدن با آب)	آب، کف، سوداسید
B	مایعات قابل اشتعال مانند رنگ، روغن، تینر، بنزین، نفت، قیر، حلال ها و ... گازهای قابل اشتعال، گریس و مواد مشابه (با خفه کردن خاموش می شوند)	پودر شیمیایی خشک، کف، دی اکسیدکربن
C	وسایل الکتریکی متصل به برق مانند فیوزها، سیم های برق (استفاده از اطفای کننده های غیر هادی)	پودر شیمیایی خشک، دی اکسیدکربن
D	فلزاتی مانند منیزیم، تیتانیم، زیرکونیم، آلیاژهای سدیم، پتاسیم و ... (باید خفه شوند)	پودرهای خشک با مبنای سدیم کلراید با مبنای گرافیتی

## ۱-۲-۳- سیستم های اطفای حریق

عناصر ایمنی از آتش عبارتند از: پیشگیری، تشخیص و اطفاء

پیشگیری با حذف مواد احتراق پذیر امکان پذیر است. می توان در ساختمان موادی خاص برای دیوارها، سقف و کف به کار برد که ایمن تر باشد. تزئینات پرده، انباشت بیش از حد مبلمان و دیوارآویزها، همچنین وسایلی مانند چای ساز، قهوه ساز و مایکروفر به دلیل اضافه باری که بر سیستم الکتریکی ساختمان وارد می کنند، خطر بالقوه ای هستند.

سیستم های تشخیص اتوماتیک، بهترین وسیله تشخیص سریع آتش هستند. آژیر آتش و سیستم های آشکارساز دودی در ۳۰ سال اخیر بسیار فراگیر بوده اند. آشکارسازهای حرارتی و دودی کمک می کنند قبل از به کار افتادن سیستم های آب پاش، آتش تشخیص داده شود. راه دیگری که هزینه بیشتری دارد، سیستم تشخیص با نمونه گیری از هوا است که حساسیت بیشتری نسبت به آشکارسازهای دودی دارد. همراه شدن این سیستم های تشخیص با یک سیستم اطفای حریق، در کاهش خسارات کمک زیادی می کند. آب و گاز دو عامل مهم در اطفای حریق هستند. گرچه برای ساختمان ها استفاده از گاز ترجیح داده می شود ولی چون گران تر است، مهار کردنش مشکل است، کمتر قابل اطمینان است و ممکن است به ساکنان

ساختمان نیز صدمه بزند و آنها را در معرض خطر قرار دهد، هنوز موثرترین سیستم اطفای حریق برای ساختمان ها، سیستم آب پاش خودکار است. بیمه کنندگان و آتش نشانان نیز سیستم های آب پاش را توصیه می کنند زیرا:

- به صورت خودکار کار می کند.
- نیازی به دخالت انسان برای کشف یا شروع عمل ندارند.
- زمان پاسخ به آتش را کوتاه می کند.
- خسارات ناشی از آتش سوزی را کاهش می دهد.
- آب کمتری مصرف می شود (در مقایسه با زمانی که آتش نشانان با شلنگ، آب را مستقیم روی آتش می ریزند).

در ۲۵ سال اخیر آب پاش ها پیشرفت های چشمگیری در عملکرد و طراحی داشته اند. با اینکه کتابداران از آسیب دیدن مجموعه خود با آب هراس دارند ولی مسلماً کتاب های خیس بهتر از کتاب های سوخته است. در نهایت هزینه نصب این نوع سیستم در مقایسه با خسارات جانی و مالی آتش سوزی، توجیه پذیر است. آمار NFPA نشان می دهد که سیستم های آب پاش خودکار بیش از ۹۶٪ موارد در اطفاء و محدود کردن آتش موفق بوده اند. علت اصلی عدم توفیق در سایر موارد، بسته بودن شیرهای کنترل آب قبل از بروز آتش سوزی یا قبل از اطفای کامل آتش بوده است. پاشیده شدن آب، مواد سوختنی را سرد می کند، حرارت محل را پایین می آورد، مواد آتش نگرفته را خیس می کند و با تشکیل بخار، اکسیژن را به جای دیگری می راند (۲۴).

سیستم های آب پاش انواع مختلفی دارد. معمول ترین و موثرترین آنها، سیستم لوله تر است که به طور دائمی آب در آن هست و بلافاصله پس از تشخیص آتش، آماده استفاده است. با وقوع آتش سوزی، هوای داغ ایجاد شده توسط آتش بالا رفته و به سری های نصب شده روی سقف ساختمان می رسد. این سری حاوی یک المنت لحیم شده است که در درجه حرارت خاصی ذوب می شود، دریچه باز شده و آب جاری می شود. اگر آتش کوچک باشد تنها دو یا سه آب پاش فعال می شود ولی در صورت بروز آتش سوزی های بزرگ تر، آب پاش های بیشتری فعال می شود. منبع آب قابل اطمینانی هم لازم است، مثل لوله های آب شهری، تانک های مرتفع، تانک های فشاری، منابع طبیعی آب و در برخی اوقات استخر.

لوله های عمودی خشک لوله هایی هستند که آتش نشان ها به کمک آنها آب را از بیرون ساختمان به درون آنها پمپاژ می کنند. این لوله ها برای سرعت دادن به کار آتش نشانی است. علت نامگذاری این نوع لوله ها این است که در مواقع عادی در این لوله آبی جریان ندارد گاهی از ترکیب لوله های عمودی تر و خشک نیز استفاده می شود (۲۵).

یکی از جدیدترین روش های اطفای حریق، سیستم مه پاش است. توجه به این سیستم به مطالعاتی بر می گردد که در سال ۱۹۵۵ انجام شد. با شروع استفاده از هالون در سال ۱۹۶۰، تمایل به ادامه تحقیق در مورد سیستم های مه پاش کاهش پیدا کرد تا اینکه بر اساس قرارداد مونترال استفاده از هالون در سال ۱۹۸۷ به دلیل داشتن اثرات مخرب بر لایه اوزن ممنوع اعلام شد و توجه محققان دوباره به سیستم های مه پاش معطوف شد. این سیستم با حذف اکسیژن، پایین آوردن درجه حرارت سوخت و شعله، بلوکه کردن و جذب گرما، آتش را متوقف می کند و در سه نوع کم فشار، پرفشار و با فشار متوسط وجود دارد. مه پاش ها ۹۰ درصد کمتر از سیستم های آب پاش، آب مصرف می کنند و احتمال آسیب رساندن به مجموعه را کاهش می دهند. علیرغم تمامی مزایایی که این سیستم دارد، خالی از اشکال هم نیست.

جزء کلیدی کارایی این سیستم ها، محل قرارگیری و نصب آنهاست. گرچه این سیستم تنها یکی از چندین گزینه ای است که کتابداران و آرشیوداران حرفه ای می توانند انتخاب کنند. ولی در عین حال می تواند گران و پیچیده باشد. فاکتورهایی مانند اموال سوخت (موجودی سوخت در محل)، محل قرارگیری سیستم، تهویه اتاق و اندازه آتش سوزی همگی در کارایی این سیستم تاثیر دارند (۲۶).

### تعاریف مربوط به سیستم های اطفای حریق شامل:

رایزر: لوله عمودی به سیستم آتش نشانی (لوله ایستاده، شبکه اسپرینکلر یا مشترک) که ممکن است به صورت خشک، تر یا ترکیبی اجرا شود.

رایزر خشک: رایزر خشک لوله ای است به شکل عمودی که در حالت عادی خالی از آب بوده و در هر طبقه به یک خروجی متصل می گردد. رایزر خشک به آب شهری یا منبع تأمین آب متصل نبوده و به وسیله ورودی های پیش بینی شده می تواند توسط پمپ های خودروی

آتش‌نشانی تغذیه شود. این رایزر به آتش‌نشان‌ها اجازه می‌دهد بدون اتلاف وقت برای لوله‌کشی عمودی از محل خودروی آتش‌نشانی تا طبقات فوقانی ساختمان، به راحتی و با استفاده از یک‌بند لوله استاندارد آتش‌نشانی، آتش‌سوزی را در هر طبقه ساختمان مهار نمایند.

رایزر تر: رایزر تر همواره دارای آب بوده و به منبع تأمین آب سیستم اطفای حریق ساختمان متصل است. در این روش امکان تغذیه سیستم توسط پمپ خودروی آتش‌نشانی وجود ندارد.

رایزر ترکیبی: در سیستم ترکیبی، لوله عمودی رایزر همواره دارای آب بوده و به منبع تأمین آب سیستم اطفای حریق متصل است. علاوه بر آن این سیستم دارای انشعاب مخصوص خودرو بوده که در صورت نیاز می‌تواند توسط پمپ خودروهای آتش‌نشانی تغذیه گردد.

رایزر مشترک: در این روش تنها یک رایزر جهت تأمین آب سیستم اسپرینکلر و همچنین سیستم لوله ایستاده می‌شود. استفاده از این روش مستلزم رعایت ساینز مناسب و همچنین نکات طراحی مربوطه به نحوه انشعاب‌گیری می‌باشد.

سیستم لوله ایستاده<sup>۱</sup>: آرایشی از لوله‌کشی، شیرآلات، اتصالات شیلنگ و سایر تجهیزات نصب‌شده در ساختمان یا سازه با اتصالات شیلنگ که به‌گونه‌ای جانمایی شده‌اند که توانایی تخلیه آب به‌منظور اطفای حریق، حفاظت از متصرفین و همچنین حفاظت از سازه و محتویات آن را داشته باشند.

سیستم شبکه بارنده خودکار<sup>۲</sup>: متشکل از منبع یا منابع تأمین آب، یک یا چند منطقه اسپرینکلر، شیر کنترل اصلی و چیدمان لوله‌های متصل به اسپرینکلرها می‌باشد. سیستم اسپرینکلر خودکار به‌منظور کشف و اطفاء یا کنترل حریق با عامل اطفایی آب بوده که اساساً عمل کنترل در این سیستم در مرحله اولیه رشد حریق انجام‌گرفته و از این جهت در جلوگیری از بروز خسارات بعدی بسیار مؤثر است و صدمات آتش‌سوزی را به حداقل می‌رساند.

سیستم اسپرینکلر معمولاً کل ساختمان را تحت پوشش قرار می‌دهد. برخی اوقات مراجع ذیصلاح اجرای سیستم اسپرینکلر را فقط به‌منظور حفظ جان افراد و خرج ایمن

---

<sup>۱</sup> standpipe

<sup>۲</sup> sprinkler system

متصرفین توصیه می‌نمایند و ممکن است قسمت‌های محدودی که موردنظر مراجع ذیصلاح است تحت پوشش سیستم اسپرینکلر قرار گیرند.

سیستم اطفای غیر خودکار: سیستمی که به‌صورت خودکار و توسط متصرفین، نیروهای آموزش‌دیده و یا آتش‌نشانان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سیستم اطفای خودکار: سیستم اطفای حریق که بدون دخالت عوامل انسانی و به‌صورت مستقل یا توسط سیستم اعلام حریق فعال شده و حریق را کنترل یا اطفاء می‌نماید.

شیلنگ نواری<sup>۱</sup>: این شیلنگ در حالت بدون آب، به شکل یک نوار تخت دور قرقره یا روی رک مخصوص قرار می‌گیرد. جهت استفاده باید ابتدا به‌صورت کامل روی زمین پهن شده و سپس با باز نمودن شیر آب، پر از آب شود. استفاده از این شیلنگ‌ها مخصوص افراد آموزش‌دیده می‌باشد. در حال حاضر در برخی از متون، اشتباهاً به نوع شیلنگ، شیلنگ فایرفاکس یا شیلنگ کنفی نیز گفته می‌شود.

شیلنگ لاستیکی نیمه سخت: این شیلنگ معمولاً از جنس لاستیک بوده و حالت ظاهری آن در شرایط بدون آب و آبگیری شده، مشابه هم است. استفاده از این شیلنگ ساده و بدون نیاز به آموزش بوده و جهت استفاده متصرفین در مراحل اولیه حریق در نظر گرفته می‌شود. در حال حاضر در برخی از متون، به‌اشتباه به این شیلنگ، شیلنگ هوزریل نیز گفته می‌شود.

ایستگاه شیلنگ: محلی که در آن انشعابات شیلنگ‌های آتش‌نشانی جانمایی شده و می‌تواند مجهز به ادواتی نظیر قرقره نگه‌دارنده شیلنگ، نازل و ادوات جانبی و همچنین خاموش‌کننده های دستی باشد.

رک مخصوص شیلنگ نواری: محلی که به‌منظور قرارگیری یک یا چند بند شیلنگ نواری آتش‌نشانی تعبیه می‌شود. این محل می‌تواند جهت حفاظت بیشتر داخل کابینت مخصوص قرار گیرد.

سرلوله‌های چرخشی: نوعی خاصی از سرلوله که به دلیل عدم آب‌بندی صحیح، تجمع ذرات داخل لوله‌ها در پشت سرلوله و گرفتگی آن و مهم‌تر از آن سختی کارکرد با آن‌ها برای متصرفین، استفاده از آن‌ها توصیه نمی‌گردد. این سرلوله‌ها فاقد اهرم کنترل هستند.

---

<sup>۱</sup> lay flat

اتصال آتش‌نشانی<sup>۱</sup>: اتصال مخصوص نیروهای آتش‌نشانی که به شبکه لوله‌کشی خشک یا ترکیبی داخل ساختمان مرتبط بوده و توسط پمپ خودروی آتش‌نشانی، تغذیه می‌شود.

انشعاب کمکی آتش‌نشانی: انشعابی از شبکه آب شهری که به‌طور مستقل از انشعاب آب مصرفی و توسط سازمان آب، تحت عنوان انشعاب آب آتش‌نشانی به ساختمان متصل می‌گردد.

شبکه آب آتش‌نشانی: این شبکه شامل منبع آب آتش‌نشانی، لوله‌های آب‌رسانی، جعبه‌های آتش‌نشانی، شیرهای کنترل و متعلقات، منبع تأمین آب و ... می‌باشد. تنها مصرف مجاز از شبکه آب آتش‌نشانی، به‌منظور اطفاء حریق بوده و هرگونه برداشت دیگری با مقاصد متفاوت (آبیاری فضای سبز، تأمین آب سیستم سرمایش یا گرمایش ساختمان، شستشوی محیط و ...) از این شبکه مجاز نمی‌باشد.

کلکتور ورودی پمپ: کلکتور ورودی وظیفه رساندن آب به ورودی‌های پمپ‌ها را داشته و توسط لوله‌های ارتباطی به مخزن تأمین آب آتش‌نشانی متصل می‌گردد.

کلکتور خروجی پمپ: کلکتور خروجی وظیفه جمع‌آوری آب پمپاژ شده توسط پمپ‌ها را دارد که آن را به سمت رایزرهای اصلی آتش‌نشانی هدایت می‌نماید.

فشارسنج<sup>۲</sup>: وسیله‌ای که جهت سنجش میزان فشار سیال داخل یک لوله یا مخزن یا یک شبکه بسته و نمایش آن به کار می‌رود.

پرشرسوئیچ<sup>۳</sup>: وسیله‌ای قابل تنظیم با امکان ارسال فرمان به تجهیزات دیگر که در صورت کاهش فشار از حدی مشخص و یا افزایش فشار به بیش از مقداری مشخص، فرمان‌های متناوبی صادر می‌نماید.

شیر تست<sup>۴</sup>: شیری که جهت اطمینان از صحت عملکرد یک سیستم، نظیر پمپ‌ها یا شاخه‌ای از خطوط شبکه بارنده نصب و استفاده می‌شود.

شیر دروازه‌ای با رزوه بلند: نوعی شیر دروازه‌ای که معمولاً جهت کنترل جریان آب در سیستم‌های شبکه بارنده آتش‌نشانی به‌کاررفته و قسمت رزوه آن (Stem) بیرون از بدنه شیر

---

<sup>۱</sup> fire department connection

<sup>۲</sup> Manometer

<sup>۳</sup> pressure switch

<sup>۴</sup> test valve

بوده و با باز شدن یا بسته شدن شیر، از بدنه شیر بیرون زده یا داخل آن فرو می‌رود. ویژگی آن این است که با نگاه کردن به آن می‌توان از باز و بسته بودن آن اطلاع پیدا کرد.

شیر یک‌طرفه<sup>۱</sup>: نوعی شیر که تنها در یک‌جهت به سیال اجازه عبور می‌دهد. در مواردی که جهت عبور سیال مهم باشد از این تجهیز به‌منظور ایجاد محدودیت در حرکت سیال، استفاده می‌شود.

شیر کنترل<sup>۲</sup>: شیری که جریان آب را در سیستم‌های اطفاء حریق کنترل می‌نماید (۲۷).

## ۲-۱-۴- ایجاد حریق در ساختمان‌ها

از جمله خطراتی که همواره ساختمان‌های بلند را تهدید می‌کند، وقوع حریق است؛ بنابراین از مهم‌ترین مسائل ایمنی این‌گونه ساختمان‌ها، پیش‌بینی و جلوگیری از وقوع حریق می‌باشند، به‌گونه‌ای که در نظر گرفتن روش‌هایی جهت حفاظت در برابر حریق از شرایط لازم و حتمی برای احداث ساختمان بلند است و این مورد باید از اصول اولیه طراحی این‌گونه ساختمان‌ها محسوب شود. آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلند به‌صورت‌های گوناگون ایجاد می‌شود (۳۱):

❖ بر اثر عدم رعایت مسائل ایمنی و به صورت ناخواسته و خارج از اختیار انسان

❖ ایجاد آتش سوزی عمدی

❖ پس از وقوع زلزله و بر اثر تکان‌های ایجاد شده در زمین

در صورت وقوع آتش سوزی، مهم‌ترین اصل، حفظ جان افراد ساکن و استفاده کننده در ساختمان بلند است. در کنار این امر، مواردی به شرح ذیل مطرح می‌باشند که باید در طرح ساختمان با رعایت اصول، اهداف مزبور را مدنظر قرار داده و در زمینه تحقق آن‌ها پیگیری‌های لازم را به عمل آید.

❖ پیش‌بینی و جلوگیری از وقوع آتش سوزی

❖ تضمین تخلیه ساکنان و مراجعان ساختمان در صورت بروز آتش سوزی (راه‌های مناسب فرار)

---

<sup>1</sup> Check valve

<sup>2</sup> Control Valve

- ❖ ایمنی گروه های آتش نشان
- ❖ مقاومت و ایستایی اجزای اصلی ساختمان در برابر آتش
- ❖ کاهش خطر پیشروی آتش و گازهای حاصل از آن در ساختمان های بلند
- ❖ فرونشاندن آتش به سهولت
- ❖ دسترسی مناسب به ساختمان بلند از داخل محوطه
- ❖ جلوگیری از گسترش آتش به ساختمان های مجاور
- ❖ رسیدن نیروهای آتش نشانی در نخستین لحظات ایجاد حریق

## ۲-۱-۵- ساختمان های بلند

در مورد ساختمان های بلند، نمی توان تعریفی واحد و دقیق به صورت رسمی ارائه داد که در آن، اجماعی بین همه مراجع رسمی و ملی و جهانی وجود داشته باشد. در هریک از حوزه های تخصصی مربوط با ساختمان، تعریف متفاوتی از ساختمان بلند و آسمان خراش ارائه شده است. به طور مثال،

از دیدگاه مهندسی سازه: ساختمانی بلند محسوب می شود که در طراحی و اجرای آن نیروهای جانبی باد و زلزله تأثیر گذار تر و مهم تر از نیروهای عمودی باشند (حدود ۳۲ متر).

از نقطه نظر معماری: ساختمانی بلند محسوب می شود که نسبت ارتفاع به قطر آن حداقل برابر ۳/۱۴ باشد به عبارت دیگر، ارتفاع آن حداقل برابر با پیرامون دایره محیط بر مقطع آن باشد. در موارد دیگری، ساختمانی بلند محسوب می شود که تعداد طبقات آن حداقل ۱۰ طبقه باشد.

از دیدگاه حریق: ساختمانی بلند است که طبقات بالای آن برای ماشین های آتش نشانی معمولی قابل دسترسی نیست. بر این اساس، در ایران هر بنایی که ارتفاعش بیش از ۲۳ متر باشد، بلند محسوب می شود (۳۱).



از دیدگاه گاه مسائل اجتماعی و خانواده، بنایی بلند است که نظارت بر فعالیت کودکان در محوطه و فضای باز مشکل باشد بر این اساس ساختمان بیش از ۳۲ متر، بلند محسوب می شود.

در تعریف دیگری که برای ساختمان های بلند ارائه گردیده، بلند بودن ساختمان بر اساس نقش، عملکرد و ماهیت ساختمان مشخص شده است.

ساختمان بلند به عنوان بنایی مهم و با قلمرو تأثیرگذاری زیاد در شهر، صرف نظر از محل قرارگیری باید دارای کیفیتی درخور و شایسته، در حد نشانه های شهری باشد. از این رو در این نوع ابنیه علاوه بر مواردی که در ساختمان های معمولی مدنظر است، باید موارد دیگری نیز مورد توجه قرار گیرد (۲۹).

ساختمان های بلند در ایران بر اساس ضوابط و مقررات شورای عالی معماری و شهر سازی ایران مصوب سال ۱۳۷۷، به ساختمان های بالای ۶ طبقه گفته شده است. بر اساس بعضی دیدگاه ها، تعریف ساختمان بلند در شهر تهران می تواند به این ترتیب باشد که اگر بنایی که از دو شرط زیر را داشت، به عنوان ساختمان بلند در نظر گرفته باشد:

❖ ارتفاع بیش از ۱۲ طبقه که به صورت نقطه عطف شهری قابل بررسی باشد.

❖ تأثیر گذاری مشهود بر خط آسمان شهر.

به غیر از تقسیم بندی هایی که تاکنون بیان شد، می توان ساختمان بلند را از مناظر دیگر نیز بررسی کرد. این نوع بناها دارای دو نوع کلی برج های مخابراتی و ساختمان های بلند هستند که معیار تعلق یک ساختار بلند به دسته ساختمان های بلند، اشغال بیش از ۵۰ درصد ارتفاع بنا توسط طبقات قابل استفاده معرفی شده است (۳۱).

در مجموع بلند بودن ساختمان، امری نسبی است و به ارتفاع ساختمان های مجاور نیز مربوط است. برای مثال یک ساختمان سی طبقه در بسیاری شهرهای آمریکا مانند نیویورک ساختمانی کوتاه محسوب می شود، در حالی که همان بنا در بیشتر شهرهای اروپا و یا در ایران، بلند به حساب می آید. حتی در برخی از شهرهای انگلستان همچون لندن، ساختمان های بلند مرتبه بر اساس موقعیت مکانی، تعریفی متفاوتی دارند، به طور مثال ارتفاع ۷۵ متر برای داخل شهر لندن و سی متر برای سایر مکان ها به عنوان مرز ساختمان های بلند در نظر گرفته شده است.

اغلب مفاهیم آسمان خراش و ساختمان های بلند دارای تفاوت هایی هستند. تفاوت آسمان خراش و ساختمان بلند این است که در ساختمان های بلند لزوماً در تمامی طبقات کاربری اداری، مسکونی و ... وجود ندارد، اما آسمان خراش ها از تعداد قابل توجهی از طبقات با کاربری های مختلف تشکیل شده اند؛ به عبارت دیگر، آسمان خراش ها زیر مجموعه ای از ساختمان های بلند می باشند. در تعریف دیگری که در دهه های اخیر مطرح است، به ساختمان های بلند تر از سیصد متر، فوق بلند مرتبه گفته می شود، ساختمان های با ارتفاع کم تر را، اگر در محیط مجاور خود تفاوت عمده ای با سایر ساختمان ها از نظر ارتفاع داشته باشد، ساختمان بلند محسوب می کنند (۳۱).

## ۲-۱-۶- حریق و ساختمان های بلند

آتش سوزی و ضایعات جانی و مالی ناشی از آن که در ساختمان های کوتاه راه حل های پیشگیری و اطفای ساده ای دارد، در ساختمان های بلند تبدیل به یکی از مهمترین مسائل طراحی می شود. حفظ جان افراد در هنگام آتش سوزی از مسائل همی است که در طراحی ساختمان باید به آن توجه شود. علاوه بر استحکام سازه که به صورت مقاومت آن در برابر آتش مطرح می شود، راه فرار ساکنان و ایمنی گروه های آتش نشان را نیز باید در نظر گرفت. این امر مستلزم دسترسی مناسب به ساختمان از داخل سایت است در این فرایند سوختن علاوه بر شعله و حرارت زیاد، دود و گازهای سمی نیز تولید می شود. معمولاً با گسترش آتش سوزی، میزان اکسیژن کاهش یافته و این خود سبب احتراق ناقص و افزایش دود می شود. علت اصلی صدمات و مرگ میر در آتش سوزی ها انتشار گازهای سمی است، نه شعله های آتش (۳۱).

ایمنی در برابر آتش سوزی در ساختمان های بلند، به دلیل عدم دسترسی نردبان های ماشین های آتش نشانی، اهمیت فراوانی دارد. از طرفی آتش در ساختمان های بلند به دلیل اثر دود کشی بیشتر، معمولاً سریع تر از ساختمان های کوتاه گسترش می یابد. در سازه های بلند عملیات نجات باید از داخل صورت گیرد و مقابله با آتش از طبقه همکف امکان پذیر نیست. فقط افراد در طبقات پایین را می توان تخلیه کرد و سایر ساکنان را باید به مکان های امن داخل ساختمان برد؛ بنابراین ساختمان باید به صورت عمودی و افقی محفظه بندی شود. این

محفظه ها سلول های آتش بندی را تشکیل می دهند که از یک لایه پیوسته سد آتش به صورت دواير و سطوح کف / سقف تشکیل شده و با درهای مخصوصی محکم بسته می شوند. به این ترتیب فضایی ایجاد می شود که در برابر گرما مقاوم بوده می تواند برای مدت معینی، آتش را در خود نگه دارد و در بهترین حالت، حتی تا زمانی که محتویاتش به طور کامل بسوزد، در محل خود باقی بماند. در کشورهای پیشرفته صنعتی، مقررات مربوط به پیشگیری و کنترل آتش و دود مجموعه گسترده ای است که سراسر کارهای طراحی معماری، سازه، تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان را فرا می گیرد و چون خط قرمزی در سر تا سر روند طراحی و اجرای هر یک از این جنبه های ساختمان بلند، خود را نشان می دهد (۳۱).

## ۲-۱-۷- روش های حفاظتی و مقاوم سازی سازه ها در برابر حریق

با پیشرفت علم و دانش فنی بشر بخصوص در سال های اخیر، شاهد فعالیت های 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 هریک از زمینه های مزبور در اولویت طراحی قرار می گیرد. همچنین رشد روزافزون جمعیت و کمبود فضاهای ساختمانی بخصوص در شهرهای بزرگ و پرتراکم، دست اندرکاران ساختمان را بر آن داشته است که به ساختمان های مرتفع روآورند. وظیفه مهندسين در طراحی و ساخت این گونه سازه ها این است که در طی عمر مفید سازه قابلیت مقابله و مقاومت آنرا در برابر پدیده های اتفاقی و ناهنجار، از قبیل زلزله، سیل، طولان و یا آتش سوزی مدنظر قرار داده باشند تا از خسارات عمده جانی و مالی تا حد ممکن جلوگیری بعمل آید. در سال های اخیر در رابطه با مقاوم سازی و طراحی سازه ها در برابر زلزله حرکت هایی 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 موثری برداشته نشده است. این امر خصوصاً در مورد سازه هایی که بیشتر در معرض آتش سوزی هستند ضروری تر است. از آن جمله 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 آیین 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 تکنولوژی های ساخت و ایمنی سازه ها کار جدی صورت پذیرد. ثمره چنین تلاشی گردآوری و تدوین آئین نامه هایی در جهت ارتقاء سطح معلومات دست اندرکاران کارهای اجرایی، خصوصا مهندسین طراح و مجری ابنیه های فنی می باشد (۳۰).

## **۲-۱-۸- معیارهای ایمنی در برابر حریق**

از آنجا که در هر ساختمان کلیه پیش بینی ها و تمهیدات لازم جهت ایمنی ساکنان و متصرفان در برابر حریق باید فراهم گردد. ضروری است طراحی و ساخت ساختمان ها به نحوی صورت گیرد که با توجه به کاربری، ابعاد و تعداد طبقات، به مدت مناسبی در برابر حریق مقاومت نموده و از گسترش حریق به فضاها یا ساختمان مجاور جلوگیری شود. معیارهای اصلی و مورد بررسی در این تحقیق عبارتند از:

## **۲-۱-۸-۱- طراحی ایمن ساختمان**

به طور معمول لزومی برای تخلیه کامل یک برج در مواقع آتش سوزی در یک زمان وجود ندارد و این امر می تواند به صورت مرحله ای انجام شود، اما در مواردی که تخلیه کامل مورد نیاز است باید امکاناتی فراهم شود که افراد معلول و سالمند در ابتدا و به سهولت بتوانند از آسانسورها استفاده کنند. مناطقی که به عنوان پناهگاه در نظر گرفته می شوند، بسیار حائز اهمیت است. اگر از یک سرسرا به عنوان پناهگاه استفاده می شود، باید به قدر کافی بزرگ و ایمن باشد. به عنوان یک قاعده کلی، هر طبقه باید به دو یا چند بخش مستقل که امکان مقاومت در برابر آتش را داشته باشد تقسیم شود به گونه ای که افراد بتوانند از بخش آتش گرفته به منطقه امن رفته و توسط پلکان یا آسانسور از ساختمان خارج شوند. البته باید وسایل کافی برای اطلاع رسانی به افراد در این مواقع موجود باشد و آنها را به سمت مسیر خروج مناسب راهنمایی کند (۳۱).

## ۲-۱-۸-۲- مهارت های رفتاری ساکنین

از آنجایی که در بیشتر برنامه ریزی ها پیشگیری از حریق حائز اهمیت می باشد، آموزش عمومی در خلال سال های اخیر تحول و رشد بسیاری داشته است. آموزش حفاظت عمومی در برابر حریق دو جنبه دارد که شامل پیشگیری و واکنش در برابر حریق می باشد. هر دو جنبه بر نحوه برخورد عامه مردم با حریق و تشویق آنها به رفتار صحیح حین آتش سوزی تاثیر می گذارد. عامه مردم باید تشویق شوند، یعمی انگیزه و آموزش لازم را دریافت دارند و یاد بگیرند، چگونه به هنگام وقوع آتش سوزی عمل کنند تا در صورت گسترش حریق اثرات خطرناک آن به حداقل برسد. ثابت شده که بهترین وجه ارائه اطلاعات باید به صورت پیام های کوتاه باشد که نیاز به تفکر بیشتری دارد. ضروریست هنگام ابلاغ پیام های حریق به جامعه، به عوامل فرهنگی و زبان توجه شود. از آنجایی که آتش سوزی هر مکانی را تهدید نموده و ممکن است برای هر فردی اتفاق بیفتد عموم ملت برای حفاظت در برابر حریق مسئول می باشد (لااقل از نظر حفظ جان و اموال). از این نظر لازم است عموم مردم در مورد خطرهای، روش های پیشگیری و اصول مبارزه با آتش اطلاعات کافی داشته باشد. با توجه به اینکه ۷۵ تا ۸۰ درصد آتش سوزیها قابل پیشگیری می باشند، بنابراین با آشنا ساختن با دستورالعمل ها و مقررات پیشگیری از بروز حریق، میتوان امیدوار بود که آتش سوزی به نحو چشمگیری کاهش یابد(۹).

## ۲-۱-۸-۳- سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش

زمانی آتش و دود وسیله اعلام خبر بود و اکنون خود تبدیل به موضوع و متن پیام شده است. در روزگاران دور آتش و دود به پا می کردند تا پیامی را برسانند و امروزه تجهیزات پیشرفته به خدمت گرفته شده تا برپاشدن آتش و دود اعلام شود. به طور کلی طراحی، اجرا و بهره برداری از سیستم اعلام حریق به دو منظور حفاظت از جان افراد و اموال صورت می گیرد. مساحت، کاربری و تعداد طبقات ساختمان از یک سو و رعایت مقررات و استانداردهای معتبر از سوی دیگر و همچنین توجه به نیازهای پروژه و در نظر داشتن صرفه اقتصادی و سهولت در امر بهره برداری و نگهداری، عوامل مهمی در طراحی و انتخاب سیستم اعلام

حریق و در پی آن کمیت و کیفیت تجهیزات است؛ بنابراین سیستم منتخب بر اساس شرایط طرح می تواند بسیار ساده یا پیچیده باشد. انواع سیستم های اعلام حریق عبارتند از:

سیستم های متعارف، آدرس پذیر و هوشمند سه گونه اصلی هستند:

- سیستم های متعارف قدیمی ترین انواع سیستم های اعلام حریق هستند که همچنان مورد استفاده اند. در این سیستم چندین آشکارساز و شستی که یک منطقه از ساختمان را پوشش می دهند در قالب یک مدار به هم پیوسته و به تابلوی کنترل مرکزی متصل می شوند.

- سیستم آدرس پذیر در اصول کشف و تشخیص حریق، مشابه سیستم های متعارف است؛ با این تفاوت که هر یک از آشکارسازهای اتوماتیک یا شستی ها آدرسی منحصر به فرد دارند که از طریق آن تابلوی کنترل مرکزی قادر به شناسایی و کنترل هر یک از آن هاست.

- سیستم هوشمند اساس عملکردش بر پایه استفاده از ریزپردازنده در آشکارسازها و تابلوی کنترل مرکزی و راهبری نرم افزاری پی ریزی شده است (۲۳).

سه جزء اصلی سیستم های اعلام حریق عبارتند از: تابلوهای کنترل مرکزی، آشکارسازها و هشدار دهنده ها. تابلوی کنترل مرکزی در واقع مغز سیستم اعلام حریق است.

تشخیص حریق و اعلام خطر به موقع برای جلوگیری از خسارات جانی ضروری است. سیگنال اعلام خطر باید از سر و صدای معمول محیط بسیار بزرگتر باشد. وسایل اعلام خطر شنیداری (زنگ، بوق، ناقوس) باید در فاصله ۳ متری حداقل صدایی برابر با ۸۵ دسی بل داشته باشند. آشکارسازهای حریق ویژگی هایی دارند که آنها را برای یک میزان خطر آتش مورد انتظار، متناسب می کند؛ مثلاً آشکارسازهای فتوالکتریک برای آتش های کند، آشکار سازهای یونشی برای آتش های شعله ور و آشکارسازهای مادون قرمز برای آتش های درخشانده مناسب هستند. آشکارساز حرارتی به حرارت تابشی آتش حساس است و آشکار ساز دودی به دود آشکار و پنهان ناشی از یک شی در حال سوختن، حساس است. آشکارسازها باید تحت مراقبت و نگهداری باشند و در محل های مناسبی از ساختمان نصب شوند که آتش و دود در آنجا گرد می آیند (۲۵).

آشکارسازها انواع مختلفی دارند که حس های بویایی، بینایی و لامسه ما را تحت تاثیر قرار می دهند:

- آشکار ساز دودی (در انواع یونی، نوری، لیزری، مکشی)، آشکارساز حرارتی، آشکارساز شعله، آشکارساز مادون قرمز، آشکارساز ماوراء بنفش، آشکارساز مرکب مادون قرمز- ماوراء بنفش. طریقه نصب آشکارسازها، فاصله بین آنها و ... همه مطابق با استانداردهای موجود است. تجهیزات هشدار دهنده آژیرها و زنگ ها هستند که باید دارای سطح و شدت صوتی مناسبی باشد تا ضمن مطلع کردن کلیه ساکنین از بروز حریق، چندان گوش خراش و هراس انگیز نباشند.

جدول ۲-۲- مقایسه حساسیت آشکارسازها (۲۳)

نوع حسگر و آشکار ساز	حریق کلاس A	حریق کلاس B	حریق کلاس C
حرارتی دمای ثابت	کم	زیاد	کم
حرارتی نرخ افزایشی	متوسط	زیاد	کم
دودی (برای تشخیص ذرات)	زیاد	زیاد	متوسط
دودی (برای تشخیص دود مرئی)	زیاد	کم	متوسط
ماورای بنفش	کم	زیاد	زیاد
مادون قرمز	کم	زیاد	کم

بناهای آپارتمانی با بیش از ۳ طبقه ۱۱ واحد مسکونی باید کاملاً مجهز سیستم‌های هشدار دهنده و کاشف آتش‌سوزی باشند. کاربرد این امکانات تنها در جاهایی که هر واحد مسکونی بطور کامل از واحدهای دیگر جدا شده باشد. مواد و مصالح باکار گرفته شده در قمست‌های جدا کننده نیز مقاومت کمتر از نیم‌ساعت در برابر آتش‌سوزی را نباید داشته باشد و یا جاهایی که پلکان مستقل برای فرار یا راه خروج مستقل داشته باشد زیاد تاکید نشده است خروج ایمن و راحت به مردم کمک می‌کنند که در نبود وسایل هشداردهنده و اعلام کننده جان خود نجات دهند (۲۸).

#### انواع تعاریف مربوط به هشداردهنده های حریق شامل:

آزیر: وسیله‌ای هشداردهنده که در صورت بروز خطر، توسط سیستم اعلام حریق فعال شده و با تولید صدایی با قدرت کافی ساکنین و متصرفان را آگاه می‌سازد.

باتری خشک: نوعی باتری که در ساخت آن از مواد شیمیایی مایع استفاده نشده باشد.

پانل مرکزی اعلام حریق: دستگاهی است که تمام اجزاء سیستم اعلام در یک منطقه حفاظت‌شده از طریق این دستگاه پایش شده و در صورت دریافت هرگونه علامت بروز آتش‌سوزی و یا خرابی از طریق تحریک دستگاه‌های هشداردهنده خبررسانی می‌کند.

تصرف‌های نه‌گانه: تصرف‌های نه‌گانه شامل تصرف‌های مسکونی، آموزشی، تربیتی، درمانی و مراقبتی، تجمعی، اداری و حرفه‌ای، کسبی و تجاری، صنعتی، انباری و تصرف‌های مخاطره‌آمیز می‌باشد.

تصرف کم‌خطر: تصرفات کم‌خطر تصرفاتی هستند که مقدار و یا میزان اشتعال محتویات آن کم بوده و میزان نرخ حرارت آزادشده از حریق‌های احتمالی آن‌ها، پایین است.

تصرف میان‌خطر (گروه ۱): تصرفاتی که میزان احتراق در آن‌ها کم، مقدار مواد سوختنی متوسط و ارتفاع توده‌های مواد سوختنی از ۲/۴ متر بیشتر نباشد. در این تصرفات حریق‌های با نرخ آزادسازی حرارتی متوسط مورد انتظار است.

تصرف میان‌خطر (گروه ۲): تصرفاتی که مقدار و قابلیت احتراق محتویات متوسط تا زیاد است و ارتفاع توده‌های محتویات با نرخ احتراق متوسط بیش از ۳/۶۶ متر و ارتفاع توده‌های محتویات با نرخ اشتعال بالا، بیش از ۲/۴ متر است.

تصرف پرخطر (گروه ۱): تصرفاتی که قابلیت احتراق محتویات بسیار بالا بوده و گرد و خاک، پرز و ضایعات موجود، منجر به ایجاد حریق با قابلیت گسترش سریع و امکان سرایت بالا با نرخ بالای آزادسازی حرارت می‌شوند. در این تصرفات مایعات قابل اشتعال وجود نداشته یا اندک است.

تصرف پرخطر (گروه ۲): تصرفاتی با مقادیر متوسط یا بالای مایعات قابل‌احتراق یا قابل اشتعال و یا تصرفاتی که حفاظت از مواد قابل‌احتراق بسیار مهم و گسترده است.



چراغ نشانگر حریق<sup>۱</sup>: چراغی است که با شدت نور مطابق استانداردهای معتبر و بارنگ مشخص جهت آگاهی افراد حاضر در محیط حفاظت شده مورد استفاده قرار می گیرد.

درب دود بند<sup>۲</sup>: ترکیبی از درب، قاب، لولا و دیگر متعلقات هست که از حرکت دود توسط محدود کردن مقدار هوایی که می تواند از میان درب های باز شو عبور کند جلوگیری می کند.

درب مقاوم حریق<sup>۳</sup>: دربی که با انجام آزمایش حریق استاندارد حائز شرایط مقاومت و محافظت در برابر حریق در مدت زمان مشخص باشد.

دریچه های دمنده: دریچه های سقفی یا دیواری که جهت دمیدن هوای تازه از طریق دستگاه های هواساز، کولر، فن فشار مثبت و یا هوای تازه به داخل فضا، در نظر گرفته می شود.

دسی بل (db): واحد لگاریتمی سنجش شدت صوت می باشد و از فرمول زیر محاسبه می گردد.

$$\text{db} = 10 \log \frac{p_2}{p_1} \quad \text{فرمول ۱-۲}$$

در این فرمول  $p_2$  توان صوت مورد نظر در واحد سطح و  $p_1$  توان صوت مرجع در واحد سطح می باشد.

منطقه حریق<sup>۴</sup>: یک فضای بسته در داخل ساختمان که توسط جداکننده های مقاوم حریق مانند دیوار و درب از یکدیگر قسمت های آن جدا شده باشد.

زون اعلام حریق<sup>۵</sup>: منطقه ای شامل یک یا چند فضا که با توجه به کاربری فضاها و گستردگی آنها مشخص شده و شامل ادوات اعلام حریق نظیر کاشف، شستی و ... بوده و در پانل مرکزی به صورت جداگانه تعریف می شود.

سیستم کشف و اعلام حریق<sup>۶</sup>: سیستمی متشکل از دستگاه های کاشف، آژیرها، چراغ های هشدار دهنده و ماژول های مختلف که در صورت بروز حریق، در کمترین زمان ممکن است آن را کشف کرده و ضمن آگاه سازی ساکنان و متصرفان از خطر، می تواند فعال سازی سیستم های تهویه، اطفای اتوماتیک، کنترل آسانسور، باز و بسته کردن دم پره های دود و عملیاتی از این قبیل را انجام دهد.

<sup>1</sup> LED

<sup>2</sup> Smoke resistant door

<sup>3</sup> Fire door

<sup>4</sup> fire compartment

<sup>5</sup> fire zone

<sup>6</sup> fire alarm system

سیستم اعلام حریق خودکار: این سیستم علاوه بر شستی و زنگ، آژیر دارای کاشف‌های اتوماتیک (دود، حرارت و شعله) و همچنین یک تابلو کنترل مرکزی می‌باشد که علاوه بر اعلام دستی، امکان اعلام اتوماتیک آتش‌سوزی (در اثر دریافت حرارت، دود و ... ناشی از آتش‌سوزی) و همچنین نشان‌دهنده طبقه و بخش یا حتی فضایی که آتش‌سوزی از آن محل شروع شده است وجود دارد، درواقع یک سیستم اتوماتیک به کمک میکروپروسسور کلیه فضاهای موردنظر را به‌صورت دائمی کنترل و حفاظت می‌نماید. این سیستم نقش مهمی در جلوگیری از توسعه آتش‌سوزی دارد.

سیستم اعلام حریق متعارف: نوعی از دستگاه‌ها و تجهیزات خودکار اعلام حریق می‌باشد که سیگنال الکتریکی آن‌ها از نوع آنالوگ (غیر دیجیتال) می‌باشد. این نوع سیستم به دو روش طراحی و اجرا می‌شود.

الف- سیستم اعلام حریق باقابلیت عملکرد آژیر یا زنگ مختص زون

ب- سیستم اعلام حریق باقابلیت عملکرد هم‌زمانی کلیه زنگ‌ها و یا آژیرها

در این سیستم برحسب نیاز به چند منطقه (زون) تقسیم می‌شود. هر منطقه توسط دو زوج سیم (کابل) کاشف‌ها، شستی‌ها و زنگ‌ها را پوشش می‌دهد که دارای مدار اعلام حریق مستقل است. به‌محض شروع آتش در بنا، زنگ یا آژیر تمام منطقه‌ها به صدا درخواهد آمد.

سیستم اعلام حریق آدرس پذیر: در سیستم تمام المان‌های بکار گرفته‌شده از قبیل کاشف‌ها، شستی‌ها، زنگ، ماژول‌های ورودی و خروجی توسط یک کد یا آدرس منحصر به فرد بوده و پانل کنترلی، اتاق یا محل موردنظر را با همان کد یا آدرس شناسایی کرده و شرایط آن را همراه با اطلاعات توصیفی بر روی صفحه نمایشگر جهت استفاده و هدایت سریع مسئولین ایمنی و یا ساکنین به نمایش می‌گذارد. علاوه بر موارد فوق به دلیل برخورداری این سیستم از امکانات ویژه سطوح مختلف ایمنی را تأمین می‌نماید؛ بنابراین لازم است در انتخاب برند، متناسب با نوع و شرایط کاربری مطالعات لازم جهت آگاهی از امکانات و قابلیت‌های آن‌ها بعمل آید.

سیستم اعلام حریق دستی: در این سیستم تعدادی شستی و زنگ در نقاط موردنظر نصب و توسط یک زون مشترک یا مستقل، به منبع تغذیه متصل می‌گردد. در حالت عادی شستی‌ها باز بوده و از جریان مدار عبور نمی‌نماید. در صورتی که یکی از شستی‌ها فعال شود، جریان در مدار

برقرار گردیده و کلیه زنگ‌ها و یا آژیر در زون مشترک فعال خواهد شد. زون مستقل هر شستی فقط زنگ یا زنگ‌های مربوطه به مدار خودش را به صدا درمی‌آورد.

سقف کاذب<sup>۱</sup>: پوششی عموماً از مصالح سبک که به وسیله آویزهایی به سقف اصلی متصل می‌گردد و کاربرد آن ایجاد فضایی جهت عبور لوله‌ها، کانال‌های تأسیسات، کابل‌های برق و کاهش ارتفاع سقف اصلی می‌باشد.

شبکه بارنده خودکار (اسپرینکلر): سیستم بارنده آبی از مجموعه‌ای از مخازن، پمپ‌ها، لوله‌ها، شیرها و نازل‌های ثابت تخلیه آب (اسپرینکلر) تشکیل شده است. این نازل‌ها معمولاً دارای فیوز (الکتریکی / مکانیکی) حساس حرارتی بوده که در صورت وقوع حریق و رسیدن گرما به آن‌ها عمل کرده و با پاشش آب ضمن ایجاد منطقه‌ای خنک و مناسب جهت فرار ساکنین، به عمل اطفای حریق کمک می‌کند.

شستی اعلام حریق: شستی اعلام حریق با قابلیت عملکرد در زمانی کوتاه، در راهروها و درب‌های خروجی، قسمت‌های ورودی و محل اجتماعات نصب می‌شود که با فشردن شیشه مخصوص، پیامی به مرکز کنترل اعلام حریق ارسال و از آن‌پس عملیات برنامه‌ریزی شده در سیستم اعلام حریق، فعال می‌گردد.

فاصله پیمایش: فاصله‌ای که فرد برای رسیدن از یک نقطه به نقطه دیگر طی می‌کند را پیمایش گویند.

کابل شیلد دار: نوعی کابل دارای محافظ مخصوص فلزی که از القای الکترومغناطیسی به کابل جلوگیری می‌کند.

کابل نسوز<sup>۲</sup>: کابلی که دارای پوشش مناسب بوده و می‌تواند به مدت حداقل دو ساعت در مجاورت حریق با دمای معین، بدون آسیب دیدگی و کاهش کارایی، در برابر حرارت مقاومت نماید.

کاشف پرتوی<sup>۳</sup>: کاشف پرتوی از دو قسمت فرستنده و گیرنده (آینه) تشکیل شده است که فرستنده وظیفه ارسال پرتوها و گیرنده (آینه) وظیفه دریافت (انعکاس) پرتوها را به عهده

---

<sup>۱</sup> suspended ceiling

<sup>۲</sup> fire resistant cable

<sup>۳</sup> beam detector

داشته که با قطع مسیر پرتو توسط دود، فرایند آشکارسازی حریق صورت می‌گیرد. حداکثر برد طولی این نوع کاشف ۱۰۰ متر و عرض آن ۷/۵ متر از طرفین محور پرتو می‌باشد.

کاشف ترکیبی<sup>۱</sup>: این نوع کاشف‌ها به دو محصول حریق نظیر دود و حرارت واکنش داده و با استفاده از الگوریتم و یا مدل کشف حریق که از قبل در درون آن طراحی شده، ضمن کاهش اعلام کاذب، سرعت پاسخگویی را نیز افزایش می‌دهد.

کاشف حرارتی افزایشی<sup>۲</sup>: این کاشف به افزایش مقدار مشخصی از دما در یک‌زمان مشخص در محیط واکنش نشان می‌دهد، این کاشف‌ها می‌توانند نوع دما ثابت را نیز در برداشته باشد.

کاشف حرارتی ثابت: این کاشف در درجه حرارتی مشخص (مثلاً ۵۸ درجه سانتی‌گراد) فعال می‌شود.

کاشف خطی دودی: در این کاشف حریق در طول یک خط صورت می‌گیرد، نمونه‌های این کاشف‌ها دودی خطی یا بیم<sup>۳</sup> و کابل‌های حس‌کننده حرارتی و یا نسل جدید از نوع فیبر نوری با استفاده از امواج لیزر می‌باشد.

کاشف دودی نقطه‌ای: این نوع کاشف‌ها در مقابل دود حاصله از آتش‌سوزی یا کند سوزی‌های اولیه حساس بوده و واکنش نشان می‌دهند.

- کاشف‌های دودی به دو نوع یونیزه و نوری (اپتیکال) تقسیم می‌شوند.
- کاشف‌های دودی یونیزه به ذرات ریز با قطر کمتر از یک میکرون دود حساس می‌باشند.

کاشف‌های دودی نوری به دو روش مستقیم و غیرمستقیم (با استفاده از پدیده تفرق نور) تولید می‌شود که نوع دوم به دلیل حساسیت و دقت بیشتر و اعلام کاذب کمتر، امروز بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کاشف شعله‌ای<sup>۴</sup>: به محض تولید گازهای داغ ناشی از آتش‌سوزی، انرژی تشعشعی به شکل‌های زیر تولید می‌شود.

الف- تشعشعات مادون‌قرمز

---

<sup>۱</sup> combination detector

<sup>۲</sup> rate of rise detector

<sup>۳</sup> Beam

<sup>۴</sup> flame detector

ب- نور مرئی

ج- تشعشعات ماوراءبنفش

کاشف‌های شعله‌ای به‌طوری طراحی شده‌اند که در مقابل این تشعشعات واکنش نشان می‌دهند.  
(تذکر: کاشف‌ها فقط جهت تشعشعات مادون‌قرمز و ماوراءبنفش طراحی و ساخته شده‌اند.)

کاشف گازی: این کاشف با استفاده از حسگرهای الکتروشیمیایی و در نوع قدیمی از نوع فلز گداخته، میزان انتشار گاز موردنظر را تشخیص داده و در صورت تجاوز از حد آستانه<sup>۱</sup> جهت انجام فرایندهای بعدی، به پانل مرکزی اعلام‌خطر می‌نمایند.

کاشف موضعی: این نوع کاشف بدون نیاز به سیم‌کشی و در مکان‌های کوچک و کم‌جمعیت نصب‌شده و عمل کشف و اعلام حریق توسط کاشف انجام می‌شود.

کاشف نقطه‌ای: در این کاشف جزء حس کننده در یک نقطه مشخص قرار می‌گیرد. این کاشف‌ها بیشتر از نوع دودی، حرارتی و گازی (گاز مونواکسید کربن، گازهای سمی و گازهای قابل انفجار) می‌باشد.

کاشف نمونه‌گیر: این نوع کاشف هوای موجود در محل را به‌وسیله لوله‌هایی که به دستگاه مرکزی متصل است از طریق پمپ یا جریان هوای کانال‌های تهویه مکش نموده و آن را آنالیز می‌نماید؛ و از سه قسمت زیر تشکیل می‌گردد:

الف- دستگاه مرکزی که حس کننده دود درون آن قرار دارد.

ب- لوله‌های انتقال‌دهنده دود از نقاط موردنظر به دستگاه مرکزی.

ج- پمپ مکش جهت مکیدن هوا و عبور دادن هوا از نقاط موردنظر به داخل دستگاه مرکزی.

کف کاذب<sup>۲</sup>: فضای روی کف ساختمان که معمولاً به منظور عبور تأسیسات الکتریکی و مکانیکی ایجاد می‌گردد و معمولاً در بناهای نظیر ساختمان‌های مدرن اداری، مخابرات، مرکز داده‌ها<sup>۳</sup> و یا سکوها<sup>۳</sup> نمایش وجود دارد. ارتفاع کف‌های کاذب بین ۵۰ میلی‌متر تا ۱۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد (۴۷).

<sup>۱</sup> Threshold

<sup>۲</sup> raised floor

<sup>۳</sup> data center

## ۲-۱-۸-۴- مهندسی سازه ای ساختمان

ایمنی ساختمان ها در برابر حریق از مسائل مهمی است که باید در طراحی و ساخت ساختمانها مورد توجه قرار گیرد خصوصاً با توجه به رویکرد فعلی صنعت ساخت و ساز به مصالح و سیستم های ساختمانی جدید و سبک و استفاده از انواع عایق های حرارتی، صوتی، پوشش های جدید و محصولات پلیمری، توجه به رعایت اصول ایمنی حریق در مراحل مختلف طراحی، انتخاب مصالح و اجرا ضروری می باشد.

محورهای اصلی فعالیت های بخش آتش و ساختمان به شرح زیر است: (۴۸)

- تعیین مشخصات مواد و مصالح ساختمانی و نیز وسایل مورد استفاده در ساختمان ها در برابر آتش به وسیله آزمایش های استاندارد
- بررسی رفتار و تعیین مقاومت اجزای ساختمانی (شامل: انواع دیوار، تیغه، کف، سقف، ستون، در، درپوش کانال ها و غیره) در برابر آتش
- تحقیقات به منظور اصلاح خواص مواد مصالح در برابر آتش به منظور جلوگیری از اشتعال و یا ایجاد تأخیر در شعله وری و گسترش آتش
- آزمایش و کنترل کیفیت دستگاه ها و لوازم اعلام خطر و فرونشانی آتش
- مطالعه و بررسی جنبه های معماری و طراحی ساختمان به منظور جلوگیری از گسترش آتش و دود و گازهای حاصل از آن در ساختمان ها
- تهیه استانداردها، مقررات، دستورالعمل های اجرایی و راهنماهای مربوط به ایمنی ساختمان ها در برابر آتش
- بررسی دینامیک گسترش حریق در ساختمان ها و تهیه مدل های مربوط به منظور پیش بینی الزامات ایمنی آتش در انواع ساختمان ها
- بررسی و تحلیل رفتارهای انسانی در هنگام حریق به منظور استفاده در طراحی ها، تدوین ضوابط و دوره های آموزشی
- همکاری در برگزاری دوره های آموزشی (تخصصی و عمومی) (۴۸)

## ۲-۱-۹- ایمنی ساختمان بلند در مقابل آتش سوزی

در مقررات ملی ساختمان همه کشورها، برای جلوگیری از وقوع آتش سوزی، تضمین تخلیه ساکنان هنگام بروز آتش سوزی، حفظ ایستایی اجزای اصلی ساختمان در برابر آتش، کاهش خطر پیش روی آتش در ساختمان، همچنین سهولت فرونشاندن آتش، شرایطی مقرر می شود که رعایت آنها در طراحی، اجرا و بهره برداری اجباری است. در این مقررات، ساختمان ها بر اساس کاربری، انواع سازه و مصالح و سطح و ارتفاع طبقه بندی می شوند. معمولاً در مقررات ایمنی ساختمان، سرفصل جداگانه ای به ساختمان های بلند اختصاص می یابد و ارتفاع به حدی منطقی محدود می شود که با امکانات فرونشاندن آتش هم خوانی داشته باشد. هر چند سوابق آتش سوزی در ساختمان های بلند چندان زیاد نیست، اما بدلیل خسارات مالی وسیع و مهم تر از آن صدمات جانی بسیاری که به مردم وارد می آید، محدودیت ارتفاع مطرح می شود. به عبارت دیگر، هر قدر ساختمان مرتفع تر باشد، دسترسی به آن برای خاموش کردن آتش دشوارتر است و زمانی که صرف تخلیه ساکنان می شود، افزایش پیدا می کند. از اینجاست که مقاوم سازی ساختمان بلند در برابر آتش سوزی اهمیتی ویژه می یابد. ساختمان ها را از نظر دسترسی جهت اطفای حریق به سه دسته تقسیم می کنند: اول، ساختمان هایی که ارتفاع آنها متناسب با امکانات دسترسی ماموران آتش نشانی برای اطفای حریق و تخلیه ساکنان از بیرون ساختمان باشد: این ارتفاع در ایران حدود ۲۳ متر یا ۷ طبقه است. دوم: ساختمان هایی که حدود ۵۰ متر از حد دسترسی ماموران آتش نشانی از بیرون بالاتر روند، این ساختمان ها باید دارای تجهیزات آتش نشانی داخلی و امکانات تخلیه ساکنان در مدت زمانی متناسب با مقاومت سازه باشند و سوم ساختمان هایی که ارتفاع آنها بالاتر از ۷۰ متر است: در این گونه ساختمان ها باید امکان پمپاژ آب تا بالاترین ارتفاع برای خاموش کردن آتش در داخل ساختمان موجود باشد (۳۱).

ساختمان ها به تناسب نوع کاربری و نحوه بهره گیری از فضاها نیز طبقه بندی می شوند، زیرا متناسب با نوع عملکرد، ممکن است ساختمان با خطر آتش سوزی روبه رو باشد. اول ساختمان های کم خطر که در هر متر مربع آنها کمتر از ۵۰ کیلوگرم مواد آتش زا موجود باشد، مانند ساختمان های مسکونی، آموزشی، فرهنگی، درمانی و اداری. دوم، کاربری های با خطر متوسط که بار مواد آتش زا در آنها بین ۵۰ تا ۱۰۰ کیلو گرم در متر مربع باشد، شامل کاربری های تجاری و صنعتی و سوم کاربری های پر خطر که در آنها مواد و مصالح آتش زا،

سمی و انفجاری تمرکز داشته باشد. جهت ایمن سازی ساختمان های بلند در مقابل حریق باید تمهیدات مناسبی در رابطه با هر یک از موارد زیر اندیشیده شود: (۳۱)

## ۲-۱-۹-۱- نوع ساخت و ساز و مصالح

ساختمان ها و تاسیسات احداث شده یا در دست احداث بر اساس نحوه استفاده از مصالح، طراحی و اجرا، همچنین مقاومت در برابر آتش سوزی به گروه های مقاوم در برابر آتش به میزان یک یا دو ساعت، غیر قابل احتراق و قابل احتراق (محافظت شده یا محافظت نشده) تقسیم می شوند. در گروه مقاوم در برابر آتش، همه اجزای ساختمان باید از مصالح غیر قابل احتراق ساخته شود و سازه آن یک تا دو ساعت در برابر آتش تاب آورد. در گروه غیر قابل احتراق همه اجزای اصلی ساختمان باید از مصالح غیر قابل احتراق همه اجزای اصلی ساختمان باید از مصالح غیر قابل احتراق ساخته شود و دیوارهای خارجی مطابق جداولی از پیش تعیین شده در برابر آتش مقاومت کنند. در گروه سوم، ساختمان قابل احتراق محافظت شده، همه یا بخشی از اجزای داخلی ساختمان باید از مصالح عایق ساخته شوند مشروط بر آنکه تدابیری برای حفاظت اجزای غیر عایق در برابر آتش، حداقل به مدت یک ساعت، اتخاذ شود. در این گروه های ساختمانی، ضخامت و نوع مصالحی که به صورت عایق اجزای ساختمان را می پوشاند، تعریف و تعیین می شود. خالی کردن داخل دیوارها، سقف ها و دیگر اجزای مقاوم در برابر آتش برای جاسازی لوله ها و کابل های برق، تلفن، تهویه مطبوع و سایر تجهیزات مجاز شمرده نمی شود، مگر آنکه با پوشش های عایق حرارتی روزنه های نفوذی به آنها پر شود. محافظت اجزای اصلی ساختمان مانند تیرها، ستون ها، خرپاها و نعل درگاه ها هم با پوشش های عایق در مقرارت پیش بینی می شود. در جایی که مصالح غیر مقاوم در برابر آتش به طور مستقیم به قاب های سازه ای متصل است، کاربرد و تقویت عایق های حرارتی توصیه می شود. سطوح روکار دیوارها و سقف ها در دسترسی های اصلی باید از مصالحی باشد که سبب گسترش آتش و دودزایی نشوند، همین طور جنس رنگی که سطوح سیستم های حرارتی و تهویه هوا را می پوشاند، باید از انواع مقاوم در برابر آتش و غیر دودزا باشد (۳۱).



## ۲-۱-۹-۲- آیفشان خودکار

همه ساختمان هایی که بیش از ۲۳ متر ارتفاع دارند باید به آیفشان خودکار مجهز شوند. این وسیله برای پیشگیری از گسترش آتش در همه فضاها و دسترسی ها نصب می شود و باید به یک سیستم آبرسان متصل باشد تا هرگاه دمای محیط از حد معینی بالاتر رفت، به طور خود کار آیفشانی کند. در مناطق زلزله خیز، علاوه بر آب لوله کشی باید مخزن آب دیگری در ساختمان تعبیه شود و ظرفیت آن به اندازه ای باشد که هم آب مورد نیاز آیفشان های سقفی را تأمین کند و هم آب را به مقدار ۴۰۰ لیتر در دقیقه در لوله های آتش نشانی داخلی به جریان درآورد تا در صورتی که شبکه آب لوله کشی شهر بر اثر زمین لرزه آسیب دید، این مخزن دست کم تا ۳۰ دقیقه آب لازم را تأمین کند (۳۱).

## ۲-۱-۹-۳- تدابیر آتش نشانی

در همه طبقات یک ساختمان بلند، باید زنگ خطر و سیستم های ارتباطی نصب شود تا در صورت صدمه رسیدن به یکی از اتاق های برق، تماس با دیگر قسمت های ساختمان قطع نشود. هنگام وقوع آتش سوزی، سیستم های هشدار دهنده باید به صورت خودکار عمل کنند و صدای زنگ خطر در همه جا به گوش ساکنان ساختمان برسد (۳۱).

در محلی امن از ساختمان که به تأیید سازمان آتش نشانی رسیده باشد، باید یک خط ارتباطی دو طرفه بین ساختمان و ایستگاه آتش نشانی برقرار شود تا در موقع آتش سوزی آتش نشان ها بتوانند از طریق آن دستورهای لازم به ساکنان ساختمان و مأموران خود برسانند. این خط ارتباطی باید امکان برقراری تماس بین ایستگاه کنترل مرکزی ساختمان و همه آسانسورها و ورودی پلکان فرار را فراهم آورد. ایستگاه کنترل مرکزی نیز باید در همه ساختمان های بلند و در محلی که به تأیید سازمان آتش نشانی رسیده، ایجاد شود تا در موقع بروز آتش سوزی، مأموران آتش نشانی بتوانند عملیات خود را از آن مرکز هدایت کنند. این مرکز باید به تجهیزاتاتی چون دکمه زنگ خطر، اهرم باز کننده هم زمان، خروجی های اضطراری، کنترل کننده دستگاه های تهویه، کنترل کننده های آیفشان های سقفی، کنترل کننده های قطع و وصل نیروی برق سراسر ساختمان و خط تلفن مستقیم به ایستگاه اصلی آتش نشانی نیز مجهز باشد.

باید در همه تجهیزات الکتریکی و مکانیکی، مبدل ها و مرکز تلفن، سیستم های هشدار دهنده آتش نصب شود. ساختمان باید دارای یک ژنراتور برق اضطراری استاندارد باشد تا پس از قطع برق، به طور خودکار عمل کند و همه نیازهای پیش بینی شده به برق اضطراری را تأمین کند. اهرم کنترل دستی این ژنراتور هم باید در مرکز کنترل قرار داده شود. برای راه اندازی این ژنراتور باید سوخت کافی، به میزانی که تا ۲ ساعت دوام آورد، پیش بینی شده باشد. همه چراغ های اضطراری، تجهیزات هشدار دهنده و ارتباطی، پمپ های آتش نشانی، تابلوهای نشان دهنده مسیرهای خروج اضطراری و آسانسورها، همچنین برق مورد نیاز ایستگاه کنترل مرکزی از این منبع تغذیه می شوند (۳۱).

## **۲-۱-۹-۴- دسترسی ها و خروج های اضطراری**

در همه کشورهای پیشرفته، نحوه تفکیک زمین و ارتباط ساختمان با شبکه معابر عمومی تابع مقررات شهر سازی است و هرکجا این مقررات با سایر مقررات مغایرت پیدا کند، ضابطه ای ملاک عمل قرار می گیرد که ایمنی و آسایش عمومی را تأمین کند. در تمامی ساختمان های با ارتفاع چهار طبقه و بیشتر که بیش از ۷۵ نفر ساکن آنها باشند، باید پلکان ها، رامپ ها و مسیرهای خروج اضطراری پیش بینی شود و با دیوارهایی که تا ۲ ساعت در برابر آتش مقاومت کنند، محصور و مجزا شوند. آسانسورها در همه طبقات باید به راهرویی باز شوند که از دیگر قسمت های ساختمان مجزا باشند و در آنها دستگاه ردیاب دود و سیستم هشدار دهنده آتش نصب شود. هنگامی که دستگاه، وجود آتش یا دود را خبر دهد، در آسانسورها به طور خودکار بسته می ماند و همه به طبقه همکف باز می گردند. از آن پس هدایت آسانسورها با مأموران آتش نشانی است که در ایستگاه کنترل مرکزی مستقر می شوند.

در هر چاه آسانسور، حداکثر می توان ۴ واحد آسانسور نصب کرد، مشروط بر آنکه دیواره آن از مصالح عایق حرارت باشد. در مورد آسانسورهایی که تا پایین ترین طبقه ساختمان ادامه مسیر نمی دهند، لازم است کف چاه آسانسور با مصالح عایق حرارت مسدود شود. موتورخانه آسانسور نیز باید مجزا از سایر قسمت های ساختمان و در برابر آتش مقاوم باشند (۳۱).

## ۲-۱-۹-۵- باز شوها

در مبحث ایمنی در برابر آتش سوزی، معمولاً حفاظت از تعدادی از بازشوهای ضروری، قلمداد می شود، مانند بازشوهای خروجی های اضطراری، چاه آسانسور، موتورخانه ها و مخازن سوخت. این بازشوها باید به در، پنجره یا سدی آتشپاد مجهز شوند یا پرده آب و آبفشان آنها را خنک کند. بازشو ها در ساختمان های بلند باید از گسترش آتش جلوگیری کنند، یعنی در صورت وقوع حریق به طور خود کار بسته شوند. اندازه و میزان مقاومت باز شوها در برابر حریق نیز در مقررات ذکر می شود، از جمله آنکه شیشه ها از نوع نشکن و مجهز به تور سیمی با ضخامت معینی باشند. این بازشوها باید در فواصل زمانی منظم بازرسی شوند تا از کارکرد درست آنها در هنگام بروز آتش سوزی اطمینان حاصل شود (۳۱).

## ۲-۱-۹-۶- تجهیزات و تأسیسات

همه تجهیزات مکانیکی و الکتریکی و دیگر دستگاه های ایمنی ساختمان بلند باید مطابق نقشه هایی اجرا شوند که پیش تر به تأیید مراجعه ذیصلاح رسیده باشند. اگر ارتفاع ساختمان به اندازه ای باشد که مأموران آتش نشانی نتوانند از بیرون به آن دسترسی پیدا کنند، باید در محل های مناسبی در داخل ساختمان شیر فلکه هایی با فشار آب کافی تعبیه شود. سیستم های تهویه و تهویه مطبوع باید به گونه ای طراحی شود که با خبر یافتن از بروز آتش سوزی بتوان از انتقال دود از قسمت های آتش گرفته به قسمت های سالم جلوگیری کرد. علاوه برآن، مأموران آتش نشانی باید امکان آن را داشته باشند که در موقع لزوم سیستم های تهویه را از کار ببندازند. دود کش ها و کانال های تهویه باید طوری طراحی و اجرا شوند که دود و گاز ناشی از احتراق دستگاه های حرارتی را به بیرون از ساختمان تخلیه و دما و اکسیژن محیط را در حد مناسب و ایمنی حفظ کنند. پیش بینی های لازم برای خروج دود از ساختمان باید در طراحی لحاظ شود. این کار باید به کمک تجهیزات مکانیکی یا تهویه طبیعی صورت گیرد که در واقع با نصب پنجره های متحرک در محل های مناسب قابل تأمین است. باید در مسیر های خروج اضطراری یعنی پلکان محصور و چاه آسانسور دستگاه های تهویه اضطراری تعبیه شود (۳۱).

توصیه می شود برای ساختمان های بلند محل فرود هلیکوپتر بر روی بام پیش بینی شود تا در موقع بروز آتش از هلیکوپتر برای تخلیه ساکنان و اطفای حریق استفاده کرد، ولی به دلیل هزینه زیاد تقویت سازه بام این ضابطه اجبار قانونی نیافته است (۳۱).

بنابراین مسائل ایمنی ساختمان بلند را در زمینه حریق می توان به طور خلاصه چنین بیان کرد:

❖ در ساختمان های بلند مرتبه حفاظت از حریق باید در خود ساختمان صورت گیرد و این امر بسیار مهم است.

❖ بر روی مقاومت سازه ساختمان بلند در برابر حریق باید تاکید زیادی شود، به گونه ای که به هنگام حریق به هیچ وجه آسیب پذیر نباشد.

❖ وجود دسترسی مناسب به ساختمان و تأمین راه های خروجی و تعبیه خروجی های کافی متناسب با ساختمان بلند از الزامات ایمن بودن در مقابل حریق است.

❖ ایجاد حوزه بندی در قسمت های مختلف ساختمان بلند با در نظر گرفتن دور بست آن برای جلوگیری از گسترش حریق ضروری است. این دور بست ها باید از دیوار ها و بازشوهای مقاوم در برابر حریق باشند و بازشوها در مقابل حریق به طور خودکار بسته شوند، در ضمن بازشوهای شیشه ای از شیشه نشکن و مجهز به تور سیمی باشند.

❖ در نظر گرفتن تسهیلات پناهگاهی در هر طبقه یا دست کم در هر چند طبقه و به گنجایش اشغال کنندگان آن طبقه یا طبقات ضروری است.

❖ در پوشش دیواره های خارجی و داخلی، سقف و عناصری مانند آن باید از مصالحی که از میزان مقاومت بالا در برابر حریق برخوردار باشند، استفاده شود.

❖ تجهیزات داخلی از قبیل مبل، اثاثیه و پرده و ... از مصالح مقاوم در برابر حریق باشند تا سبب سبک تر شدن بار حریق شود.

❖ کانال دود کشی خاصی که از کف ساختمان تا بام امتداد دارد، تعبیه شود و در هر طبقه با استفاده از دریچه خودکار دسترسی به آن فراهم گردد. قرار دادن محل دریچه در پناهگاه حریق الزامی است.

❖ در نظر گرفتن فضای مخصوصی برای مأموران اطفای حریق به عنوان ایستگاه مرکزی کنترل با تعبیه امکانات لازم، که محل آن می تواند در اطراف ورودی اصلی ساختمان بلند منظور شود.

- ❖ نصب شبکه های تشخیص هشدار و اعلام حریق با به کار گرفتن وسایل کشف تولیدات حریق به صورت خودکار و... از لحاظ تأمین ایمنی، امر مهمی است.
- ❖ محدود و مسدود کردن دهانه ها و داکت های باز عمودی امری ضروری است به گونه ای که حالت دود کشی تنوره در این دهلیزها از بین برود و عمل جلوگیری از انتقال و گسترش آتش و دود به سایر قسمت ها بلافاصله انجام شود.
- ❖ در رابطه با آسانسورها، ضمن مقاوم کردن دیواره های اطراف موتورخانه آسانسور در برابر حریق، لازم است کف چاه آسانسور با وسایل عایق پوشانده شده و تعداد آسانسورها در چاه آسانسور محدود شوند.
- ❖ آسانسورها در کلیه طبقات به فضای مناسبی باز شوند که دیگر قسمت های ساختمان مجزا بوده و در این فضاها دستگاه ردیاب دود و سیستم هشداردهنده آتش نصب شده تا هنگام اعلام خطر، آسانسورها به طور خودکار بسته و همه طبقات همکف باز گردند.
- ❖ علاوه بر سیستم آب لوله کشی، مخزن آب دیگری در ساختمان تعبیه شود و ظرفیت آن به مقداری باشد که در صورتی که شبکه آب لوله کشی شهر در اثر زلزله آسیب دید، مخزن مزبور ضمن داشتن استحکام لازم، تا مدت زمانی (حداقل ۳۰ دقیقه) آب لازم را تأمین کند.
- ❖ اجرای سیستم برق گیر به طور کامل، که نقش انتقال دهنده صاعقه را به زمین ایفا می نماید، به منظور نقش مهمی که در کاهش آتش سوزی های ناشی از رعد و برق دارد، الزامی است.
- ❖ خط ارتباطی دو طرفه بین ساختمان بلند و ایستگاه آتش نشانی برقرار شود تا در موقع لزوم، مأموران بتوانند از آن به عنوان مرکز هدایت عملیات اطفاء حریق استفاده کنند (۳۱).

## ۲-۱-۹-۷- راهکارهای جانبی برای خروج از ساختمان در مواقع اضطراری

بعد از واقعه یازدهم سپتامبر، طراحی و استفاده از راهکارهای مختلف برای خروج اضطراری سرعت بیشتری گرفته است، به طوری که موسسه آ. اس. تی. ام (ASTM)<sup>۱</sup> آمریکا کمیته ای را مأمور بررسی و تصویب آیین نامه هایی در رابطه با این ابزارها کرده است. در این قسمت، سه سیستم مختلف که در خارج از ساختمان عمل می کنند بررسی می شوند (۳۱).

<sup>۱</sup> American Society for Testing and Materials

## الف) سیستم پی.اس.اس (PSS)<sup>۱</sup>

پس از برپایی، یک فضای کامل بسته ایجاد می شود که روی نمای خارجی ساختمان و مسیرهایی که از قبل تعیین شده اند، حرکت کرده و می تواند افراد را به سطح زمین یا مکان های امن برساند. این سیستم می تواند به صورت ثابت روی نمای ساختمان نصب شود یا توسط گروه امداد به ساختمان آورده شود، سیستم، پی.اس.اس دارای مزایای زیر است: (۳۱)

- ❖ می تواند در هر دوره تعداد افراد زیادی را (تا حدود ۱۵۰ نفر) از ساختمان خارج کند.
- ❖ می تواند گروه نجات و وسایل آنها را به مکان های لازم برساند.
- ❖ برای انواع ساختمان های بلند مناسب است.
- ❖ احتیاج به آموزش خاصی برای استفاده کنندگان ندارد.
- ❖ برای تمام سنین و حتی افراد معلول قابل استفاده است.
- ❖ با قابلیت تا شدن خود فضای زیادی را اشغال نمی کند.

## ب) سیستم سی.دی.دی (C.D.D)<sup>۲</sup>

یک وسیله انفرادی و در پاره ای از موارد دو نفر بوده که سرعت سقوط افراد را کنترل می کند. افراد می توانند با پوشیدن یک جلیقه و وصل شدن به انتهای یک کابل از آن استفاده کنند. انواع مختلفی از این دستگاه طراحی و ساخته شده است. سیستم سی.دی.دی دارای مزایای زیر است:

- ❖ ساده، کارآمد و کوچک بوده و برای مصارف شخصی، خانگی و ادارت کوچک مناسب است.
- ❖ نصب و استفاده از آن ساده است.
- ❖ احتیاج به انرژی ندارد.
- ❖ همواره برای استفاده سریع (به خصوص در مورد افراد آموزش دیده) آماده است (۳۱).

<sup>۱</sup> Platform Secure System

<sup>۲</sup> Controlled Descent Devices

## پ) سیستم مسیر فرار<sup>۱</sup>

این سیستم از یک لوله استوانه ای و معمولاً از الیاف نسوز و به صورت شبکه ای ساخته می شود. برقراری این سیستم می تواند به صورت عمودی یا شیب دار باشد. در مدل های مختلف از روش های گوناگونی برای کاهش سرعت سقوط استفاده می شود. سیستم مذکور این قابلیت را دارد که در مسیر خود از طبقات مختلف، ورودی داشته باشد. این سیستم می تواند به صورت ثابت روی نمای ساختمان نصب شود، یا به صورت متحرک از بام آویخته باشد و یا توسط گروه نجات به ساختمان آورده شود. این سیستم دارای مزایای زیر است:

- ❖ بسیار سریع برپا می شود.
- ❖ می تواند به طور متوالی افراد را از ساختمان خارج کند.
- ❖ وسایل خاصی برای برپایی نیاز ندارد.
- ❖ برای خروج، انرژی خاصی از افراد نمی گیرد.
- ❖ افراد را از حرارت، دود و آتش دور نگه می دارد، به ویژه در نوع شیب دار آن، که به سرعت از ساختمان فاصله می گیرد.
- ❖ بعضی از انواع آن برای افراد زخمی، ناتوان، بیمار و حتی بیهوش مناسب است (۳۱).

---

<sup>۱</sup> Escape Chutes

## بخش دوم

### پیشینه تحقیق

در این قسمت با توجه اطلاعات دریافتی از منابع اشاره شده در رابطه با بحث ارائه راهکار به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق در شهر تهران و موارد مربوط به آن، پیشینه تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است مطالعات مورد بررسی در دو بخش داخلی و خارجی نگارش شده است.

### ۲-۲-۱- مطالعات داخلی

مریم روحانی (۱۳۹۴) در پژوهش خود با عنوان حفاظت از سازه ها و مقاوم سازی در برابر حریق، یکی از مهم ترین اهداف و نیازهای طراحی ساختمان ها، ایمنی در برابر آتش است. هرچه ساختمان ها از نظر جانی، اجتماعی، سیاسی یا اقتصادی مهم تر باشد، باید از ایمنی بیشتری نیز برخوردار باشد. ایمنی ساختمان ها در برابر آتش، دو هدف ایمنی جانی و ایمنی مالی را در بردارد. به طور ساده در مورد اهداف ایمنی می توان گفت ایمنی جانی با محافظت افراد در برابر دود و ایمنی مالی به وسیله کنترل گرمای ناشی از آتش سوزی به دست می آید. در این مقاله به برخی از روش های محافظت ساختمان ها در برابر حریق پرداخته شد (۳۲).

کرمانی حصارشهابی (۱۳۹۴) در پژوهش خود با عنوان اهمیت و جایگاه اجزای سازه ای ساختمان در برابر حریق، حفاظت اجزای سازه ای ساختمان در برابر حریق سبب می شود تا ساختمان زمان مناسبی را در برابر حریق پایدار بوده و این امر کمک می کند تا زمان لازم برای فرار و تخلیه افراد ساکن از محل صورت گرفته و زمان لازم برای رسیدن نیروهای آتش نشانی و امدادی جهت اطفاء و تخلیه مصدومین از ساختمان ها در زمان آتش سوزی فراهم گردد. بنابراین دستیابی به مقاومت حریق لازم در ساختمان بدون تدابیر محافظتی امکان پذیر نیست و این موضوع می تواند برای اعضای مختلف ساختمان صادق باشد (۳۳).



افتخاری یزدی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود با عنوان طراحی سامانه های فشار مثبت راه پله فرار ساختمان ها با استفاده از مدل شبکه ای، یکی از رایج ترین روش های کنترل دود در ساختمان ها، کنترل دود به وسیله فشارسازی و ایجاد فشار مثبت جهت جلوگیری از نفوذ دود می باشد. یکی از مهمترین اجزا سامانه کنترل دود در ساختمان ها، ایجاد فشار مثبت در فضای راه پله نسبت به فضاهای مجاور می باشد. طراحی این سیستم ها روش های متنوعی دارد، مهمترین و رایج ترین روش طراحی سامانه کنترل دود، روش طراحی با استفاده از مدلسازی شبکه ای می باشد. این روش از روش استفاده از معادلات جبری نسبتا پیچیده تر می باشد ولی به مراتب ساده تر از شبیه سازی عددی بوده و نیاز به صرف زمان و هزینه بسیار کمتری دارد. در این پژوهش علاوه بر تشریح این روش و الگوریتم آن، با بررسی یک ساختمان نمونه به بررسی دقت نتایج این روش نیز پرداخته شده است و ملاحظه شد که متوسط اختلاف نتایج حاصل از آن با نتایج شبیه سازی عددی، حدود ۱۱ درصد می باشد (۳۴).

افتخاری یزدی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی دیگر با عنوان بررسی راهکارهای ارتقاء ضوابط و استانداردهای سامانه های کنترل دود و نقش پژوهش و مطالعه در رفع ابهامات آنها، دود بعنوان عامل اصلی مرگ و میر در زمان حریق در ساختمان ها شناخته می شود. در ساختمان های بزرگ، پیچیده و یا بلند مرتبه جهت مدیریت و کنترل دود در زمان حریق، لازم است تمهیداتی در نظر گرفته شود (۳۴).

خیر دست (۱۳۹۴) در پژوهش با عنوان استاندارد برای دود کش ها، شومینه ها، هواکش ها و تأسیساتی با سوخت جامد، به ایمنی در ساختمان ها و تأسیسات جهت استفاده در دود کش ها، شومینه ها، هواکش ها و سیستم های تهویه و تجهیزاتی که با سوخت جامد کار می کنند را بررسی می کند (۳۵).

بشیری (۱۳۹۴) در پژوهش با عنوان تحلیل ریسک حریق ساختمان، نگاهی اجمالی بر مسائل کلیدی در این حوزه، از جمله مباحث مربوط به تعریف ریسک، توصیف ریسک و ابزارها و شیوه ها برای کمک به شناسایی خطرات و پیامدها و شیوه های آنالیز ریسک حریق ساختمان ارائه نمود (۳۶).

قاسملو و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش با عنوان ساختمان های بلند مرتبه و اهمیت محافظت در برابر آتش سوزی، ایمن شدن ساختمان هایی که در آنها زندگی می کنیم یکی از دغدغه های همیشگی انسان است، چه در برابر آتش و چه در برابر سایر حوادثی که اتفاق

می‌افتد. ایمنی ساختمان‌های بلند به خاطر ارتفاع زیاد و جمعیت و ثروتی که در آنها متمرکز می‌شود باید به گونه ای ویژه مورد توجه قرار گیرد. از این رو ضرورت دارد که اصول محافظت در برابر آتش‌سوزی بر اساس سه محور اصلی محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش‌سوزی، پیشگیری از بروز آتش‌سوزی و مدیریت آتش‌سوزی به درستی به انجام برسند تا ابتدا حادثه‌ای پیش نیاید و اگر به وجود آمد به سرعت با آن مقابله شود. البته، مقابله اساسی با آتش‌سوزی‌ها به عهده آتش‌نشانان حرفه‌ای است (۳۷).

یار احمدی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی با عنوان "بررسی و ارزیابی عملکرد مقررات ملی ساختمان با رویکرد ایمنی حریق در بخش‌های بستری یک بیمارستان" به بررسی این موضوع پرداختند. ایمنی حریق از مسائل مهم در بیمارستان‌ها می‌باشد. نقصان آگاهی، کم‌ تحرکی و شرایط خاص افراد از دلایل اهمیت این موضوع می‌باشد. در بیشتر کشورها از جمله ایران، مقررات و اقدامات حفاظتی حریق در قالب قوانین ملی تدوین شده است. قوانین ساختمانی امروزی ایمنی کافی را برای بیماران در بیمارستان‌ها در شرایط مختلف تأمین نمی‌کند و بیشتر کشورهای پیشرفته اقدام به تدوین قوانین مبتنی بر کارایی نموده‌اند. این مطالعه با هدف تعیین سطح ریسک حریق در بخش‌های بستری یک بیمارستان و بررسی کارایی قوانین ملی در تأمین ایمنی حریق در بیمارستان انجام شده است. ارزیابی ریسک با استفاده از روش مهندسی ارزیابی ریسک حریق و جمع‌آوری اطلاعات با استفاده از چک لیست انجام شده است. بر این اساس ریسک در تمامی واحدهای مورد بررسی محاسبه شده است و در مرحله بعد برای ارزیابی اثر قوانین در ایجاد ایمنی با فرض برابری واحدها با الزامات قانونی سطح ریسک در دو حالت محاسبه شده است. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که سطح ریسک حریق در وضعیت موجود در تمامی واحدها بیش‌تر از یک بوده و با توجه به اینکه سطح ریسک کمتر یا مساوی یک قابل پذیرش است، به نظر می‌رسد که حداقل ایمنی قابل قبول در بخش‌های بستری تأمین نشده است. به منظور دستیابی به طراحی ایمنی حریق با کارایی مناسب، گزینه مناسب استفاده از روش‌های طراحی مبتنی بر ارزیابی ریسک می‌باشد (۴۹).

## ۲-۲-۲- مطالعات خارجی

شارما و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۴) در تحقیقی "الگوهای تخلیه کردن در ساختمان های بلند" را مورد بررسی قرار دادند. ساختمان ها با توجه به نظر مالک یا سازنده آن برای انجام شغل، زیبایی، شهرت، سود بردن، یادبود، مسائل اقتصادی و دیگر دلایل انگیزشی ساخته می شوند. ایمنی به طور عموم به عنوان یک عامل حیاتی در بحث ساختمان سازی مورد توجه قرار نمی گیرد. زندگی و کار کردن در ارتفاع در محیط شهری پیشرفته اجتناب ناپذیر است. این مقاله راهبردهای به اجرا در آمده را برای تضمین ایمنی ساکنان در تمامی ساختمان ها در شرایط آتش سوزی توضیح خواهد داد. راهبرد ایمنی زندگی باید سیستم های کلیدی ایمنی در برابر آتش سوزی را با ویژگی های ساختمان یکپارچه کند. استفاده احتمالی از جابجایی عمودی برای تخلیه سازی مرحله ای نیازمند فضای امن، مدیریت خلاق دود حاصل و سیستم های ارتباطی پیشرفته می باشد تا تضمین کند که ساکنان تحت تهدیدات حاصل از آتش سوزی به مناطق امن در داخل ساختمان حرکت می کنند. ارتفاع بیش از حد ساختمان های خیلی بلند زمان بیشتری را برای تخلیه ساکنان، عملیات آتش نشانی، جستجو و نجات سایر افراد و حفاظت از ساختمان طلب می کند. ایمنی ساکنان و پرسنل آتش نشانی در کل به طراحی ساختمان بستگی دارد. نکته کلیدی در راهبرد ذکر شده، طراحی یک سیستم ایمنی آتش یکپارچه می باشد (۳۸).

کو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۳)، در مطالعه مقایسه ای استراتژی تخلیه برای افراد معلول در ساختمان های بلند برای یک جمعیت ناهمگن در محیط های ساختمان های بلند و مقایسه آن ها با استراتژی سنتی تخلیه به طور همزمان انجام شد. نتایج شبیه سازی برای یک ساختمان ۲۴ طبقه به شرح ذیل می باشد:

استراتژی تخلیه عمودی مرحله به مرحله ای که تغییر زمان تأخیر با مکان فیزیکی است، برای ساخت شبیه سازی مفید نیست، تخلیه مرحله به مرحله که تأخیر تخلیه ثابت به ساکنان با صندلی چرخدار را کاهش می دهد و استراتژی تخلیه که اجازه می دهد ساکنان با صندلی چرخ دار به استفاده از آسانسور مؤثر هستند که مدیران اضطراری باید ارزیابی اینکه آیا دستگاه

<sup>1</sup> Sharma et al.

<sup>2</sup> Koo et al.

آسانسور ساختمان هود را برای اهداف تخلیه با کنترل مناسب برق، آتش و حفاظت دود مناسب هستند (۳۹).

فانگ و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۲)، در مطالعه تجربی بر روی تخلیه در راه پله های ساختمان بلند با استفاده از آزمایش و یا مدل سازی پرداخته شده است. در این مطالعه تخلیه در راه پله از ۸ لایه ساختمان های بلند انجام شد. روند تخلیه در راه پله ها توسط دوربین های فیلم ضبط شد، برخی از ویژگی های جنبش های معمولی و پارامترها بر این اساس داده های ضبط استخراج شد. نتایج نشان می دهد که سرعت رو به پایین است که توسط سه جنبه تعیین می شود: رفتار ادغام در بافر ورودی راه پله ها، قدرت شرکت کنندگان و دید در راه پله ها (۴۰).

بلک<sup>۲</sup> (۲۰۰۹)، در مطالعه جنبش دود در شفت آسانسور در یک آتش سوزی ساختمان های بلند، دود اغلب در مسافت های طولانی از کف آتش و در مورد خاص از یک آتش سوزی های بلند، شروع می شود و غالباً به طبقه فوقانی حرکت می کند این کار از طریق معابر باز مانند شفت آسانسور و راه پله انجام می شود. نتایج حاصل از پژوهش و مدل توصیه شیوه های ساخت و ساز و بهره برداری از تجهیزات فشار کف است که حجم دود تحویل به طبقه فوقانی در یک ساختمان بلند را کاهش می دهد (۴۱).

لو و وانگ<sup>۳</sup> (۲۰۰۶) در پژوهشی "راهبردهای تخلیه مناسب برای ساختمان های بلند (برج ها)" را مورد بررسی قرار دادند. ساختمان های بلند به دلیل داشتن ارتفاع زیاد و مسافت پیمودنی عمودی وسیع به منظور خروج و همچنین دسترسی، همیشه دغدغه اصلی در خصوص ایمنی زندگی ساکنین آن ها می باشند. چالش های ایمنی حریق مربوط به ساختمان های بلند و برج ها در اینجا تشریح و دریافته است که اکثر چالش ها مربوط به مؤلفه تخلیه جمعیت است. راهبرد های تخلیه کنونی برای ساختمان های بلند بعنوان مثال؛ تخلیه سازی کامل، تخلیه سازی فازی و روش ماندن در محل با جزئیات مورد بحث قرار گرفته اند. جهت بررسی امکان پذیر بودن کارآمدی تخلیه کامل برج ها، راهبرد تخلیه از طریق آسانسور در این قسمت مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال، در این مقاله تخلیه یک ساختمان بلند با استفاده از آسانسور مورد تحقیق قرار گرفته است. با استفاده از نرم افزار تخلیه سازی سه بعدی هر دو روش یعنی تخلیه سستی از طریق پله و روش تخلیه از طریق آسانسور برای نشان دادن

---

<sup>1</sup> Fang et al.

<sup>2</sup> Black

<sup>3</sup> Luo & Wong

کارآمدی روش شبیه سازی شده است. نتایج حاکی از آن بود که زمان تخلیه کامل ساختمان میتواند به طور چشمگیری کاهش یابد. روش تخلیه از طریق آسانسور می تواند به عنوان یک پیشرفت برای ایمنی تخلیه سازی برج ها بر حسب موارد خیلی اضطراری بدون اعمال هیچگونه تغییرات مهمی در راهبرد تخلیه سستی و سرمایه گذاری اضافی در بخش های مربوط به ایمنی به حساب آید (۴۲).

چو<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) تحقیقی را با عنوان "حفاظت از ساختمان های بلند در برابر آتش" مورد بررسی قرار داد. این مقاله حفاظت از ساختمان های بلند را در برابر آتش بررسی می کند. در اینجا مطالعات موردی در خصوص آتش سوزی ساختمان های بلند و داده های آماری آزمایش می شوند. خطرات حاصل از آتش سوزی از قبیل راه های محدود برای فرار، وجود ستون های عمودی، شمار زیاد ساکنان و محدودیت های موجود جهت انجام عملیات های آتش نشانی، مشخص شدند. در کل، با وجود آتش سوزی های کشنده که هنوز هم در ساختمان های بلند اتفاق می افتند، روش ها نشان می دهند که تعداد آتش سوزی ها، تلفات و هزینه های ثانویه در حال کم شدن می باشند. این موضوع به استفاده فزاینده از آب پاش ها، ساختمان های مقاوم در برابر آتش و سیستم دودیاب نسبت داده می شود. با توجه به خطرات ذکر شده، مسائل مشخص می شوند و روش های حفاظت در برابر آتش مورد استفاده در ساختمان های بلند بررسی می گردند مؤثرترین روش های حفاظت در برابر حریق آب پاش ها، ساختمان های مقاوم در برابر آتش، سیستم دودیاب و مدیریت دود هستند (۴۳).

داو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۵) در مقاله خود با عنوان "استفاده از روش FMEA برای ارتقاء سطح ایمنی" با توجه به تحقیق اسپات، ۲۰۰۳ تحقیق خود را انجام داد و به این نکته اشاره کرد که کارآمدی این روش که علاوه بر صنایع در مراکز بهداشتی و درمانی نیز از آن به منظور بهبود وضعیت ایمنی بیماران و ارائه خدمات اضطراری پزشکی استفاده شود (۴۴).

---

<sup>1</sup> Chow

<sup>2</sup> Duwe et al.

## **فصل سوم**

### **روش تحقیق**

### ۳-۱- مقدمه

روش تحقیق مجموعه‌ای از قواعد، ابزار و راه‌های معتبر (قابل اطمینان) و نظام یافته برای بررسی واقعیت‌ها، کشف مجهولات و دستیابی به راه حل مشکلات است (۱۱). اصولاً هدف تمامی علوم، شناخت و درک دنیای پیرامون است. به منظور آگاهی از مسائل و مشکلات دنیای اجتماعی، روش‌های علمی تغییرات قابل ملاحظه‌ای پیدا کرده‌اند. این روندها و حرکت‌ها سبب شده است که برای بررسی رشته‌های مختلف دانش بشری، از روش علمی استفاده شود. پژوهش علمی یک کوشش نظام‌مند جهت پاسخ دادن به پرسش‌های مطرح شده است. یکی از بخش‌های اصلی هر پژوهش علمی، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها جهت آزمون فرضیات یا سؤال‌های پژوهشی بیان شده توسط محقق است. انتخاب یک روش پژوهش مناسب، محقق را تا حد زیادی در پیشگیری از بروز اشتباهات یاری می‌رساند. به‌کارگیری آزمون‌ها و تکنیک‌های مناسب با روش پژوهش منجر به حصول اطمینان از دقت و صحت نتایج بدست آمده می‌گردد؛ لذا در این فصل پس از طرح مسأله پژوهش، تکنیک‌های تجزیه و تحلیل مناسب جهت پاسخ به سؤالات و دستیابی به اهداف تبیین شده پژوهش، ارائه خواهد شد.

در این بخش از پژوهش ابتدا روش و نوع پژوهش معرفی شده است. سپس و جامعه و نمونه مورد بررسی معرفی شده است. در ادامه روش و ابزار گردآوری داده‌ها معرفی گردیده است. سرانجام نیز روش تجزیه و تحلیل داده‌ها بیان شده است. در بخش تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره و فرایند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان مهم‌ترین روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها در تحقیق حاضر مورد بررسی قرار گرفته است.

## ۳-۲- روش و نوع پژوهش

جهت توضیح روش پژوهش نخست باید نوع پژوهش مشخص شود. به طور کلی روش‌های پژوهش در علوم رفتاری را می‌توان با توجه به دو ملاک هدف تحقیق و نحوه گردآوری داده‌ها تقسیم کرد. تحقیقات بر اساس هدف به دو دسته بنیادی و کاربردی تقسیم می‌شوند (۱۰).

نظر به اینکه هدف اصلی از انجام این تحقیق تجزیه و تحلیل منابع مؤثر در حفاظت و ایمنی ساختمان‌های بلند در برابر حریق است، می‌توان گفت پژوهش حاضر از نظر هدف در حیطه تحقیقات کاربردی می‌باشد. تحقیق کاربردی پژوهشی است که با استفاده از نتایج تحقیقات بنیادی به منظور بهبود و به کمال رساندن رفتارها، روش‌ها، ابزارها، وسایل، تولیدات، ساختارها و الگوهای مورد استفاده جوامع انسانی انجام می‌شود. هدف تحقیق کاربردی توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص است. در اینجا نیز سطح گفتمان انتزاعی و کلی اما در یک زمینه خاص است.

از سوی دیگر با توجه به اینکه در این پژوهش از روش‌های مطالعه کتابخانه‌ای و نیز روش‌های میدانی نظیر پرسشنامه استفاده شده است، می‌توان بیان کرد که پژوهش حاضر بر اساس ماهیت و روش، یک پژوهش توصیفی-پیمایشی است.

## ۳-۳- جامعه و نمونه مورد بررسی

در صدر برنامه ریزی هر مطالعه یا تحقیقی این سوال که حجم نمونه چقدر باید باشد قرار دارد. انتخاب نمونه بزرگ‌تر از حد نیاز موجب اتلاف منابع می‌شود و انتخاب نمونه‌های خیلی کوچک منتج به نتایج غیرقابل اتکا می‌شود (۱۲). مجموعه واحدهایی که حداقل در یک صفت مشترک باشند یک جامعه<sup>۱</sup> را تشکیل می‌دهند. نمونه<sup>۲</sup> عبارت است از مجموعه‌ای نشانه‌ها که از یک قسمت، گروه یا جامعه‌ای بزرگ‌تر انتخاب می‌شود، به طوری که این مجموعه معرف کیفیات و ویژگی‌های آن قسمت، گروه یا جامعه بزرگ‌تر باشند و نمونه‌گیری

---

<sup>1</sup> Population universe

<sup>2</sup> Sample



فرایند انتخاب نمونه است (۱۳). در مطالعه حاضر چون از رویکردهای مهندسی صنایع و تحقیق در عملیات استفاده شده است بنابراین جامعه مورد بررسی را مدیران ارشد HSE تشکیل می‌دهند.

در این مطالعه از تکنیک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای اولویت‌بندی معیارهای اصلی و انتخاب گزینه بهینه استفاده شده است. ساعتی<sup>۱</sup> معتقد است تعداد ده نفر از خبرگان برای مطالعات مبتنی بر مقایسه زوجی کافی است (۱۴). همچنین ریزا و وازیلیس (۱۹۸۸) با اشاره به این نکته که تعداد خبرگان به عنوان مصاحبه شونده نباید زیاد باشد در کل ۵ الی ۱۵ نفر را پیشنهاد می‌کنند. طبق نظرات گرفته شده و با توجه به نظر اساتید، تعداد ۲۶ نفر از خبرگان به عنوان نمونه مورد بررسی در این مطالعه استفاده شده‌اند.

### ۳-۴- روش و ابزار گردآوری داده‌ها

روش‌های گردآوری اطلاعات در این پژوهش به دو دسته کتابخانه‌ای و میدانی تقسیم می‌شود. در خصوص جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش از روش‌های کتابخانه‌ای و جهت گردآوری اطلاعات برای تأیید یا رد فرضیه‌های پژوهش از روش میدانی استفاده شده است. در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌های پژوهش از مصاحبه<sup>۱</sup> و ابزار پرسشنامه<sup>۲</sup> استفاده گردیده است.

پرسشنامه خبره جهت اولویت‌بندی معیارهای اصلی با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) می‌باشد. این پرسشنامه بر اساس طیف ۹ درجه ساعتی تنظیم شده است.

### ۳-۵- تهیه پرسشنامه خبره

در این تحقیق از مدل AHP برای طراحی پرسشنامه خبره استفاده می‌شود و با استفاده از این مدل اهمیت نسبی معیارها با استفاده از اعداد که اصول AHP است تخمین زده می‌شود در

---

<sup>1</sup> Interview

<sup>2</sup> Questionnaire

جدول ۱-۳ نشان داده شده است. برای امتیاز دهی مقیاس نه درجه ساعتی به صورت زیر استفاده می‌شود:

جدول ۱-۳- ارزش گذاری شاخص‌ها نسبت به هم، مقیاس نه درجه ساعتی (۱۵).

ارزش	وضعیت مقایسه I نسبت به J	توضیح
۱	ترجیح یکسان Equally Preferred	شاخص I نسبت به J اهمیت برابر دارد.
۳	کمی مرجح Moderately Preferred	گزینه یا شاخص I نسبت به J کمی مهم‌تر است.
۵	خیلی مرجح Strongly Preferred	گزینه یا شاخص I نسبت به J مهم‌تر است.
۷	خیلی زیاد مرجح Very strongly Preferred	گزینه I دارای ارجحیت خیلی بیشتری از J است.
۹	کاملاً مرجح Extremely Preferred	گزینه I از J مطلقاً مهم‌تر و قابل مقایسه با J نیست.
۲-۴-۶-۸	بینابین	ارزشهای بینابین را نشان می‌دهد مثلاً ۸، بیانگر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین‌تر از ۹ برای I است.

مقصود از روائی<sup>۱</sup> آن است که وسیله اندازه گیری، بتواند خصیصه و ویژگی مورد نظر را اندازه بگیرد. اهمیت روائی از آن جهت است که اندازه‌گیری‌های نامناسب و ناکافی می‌تواند هر پژوهش علمی را بی ارزش و ناروا سازد (۱۳). در این پژوهش برای بررسی روائی پرسشنامه از روش روائی محتوایی استفاده شده است. بدین صورت که پرسشنامه به تعدادی از صاحب نظران و اساتید مدیریت و مهندسی از جمله استاد راهنما و مشاور داده شده و از آن‌ها در مورد پرسش‌ها و ارزیابی فرضیه‌ها نظرخواهی گردید که به اتفاق پرسشنامه را تایید نمودند. برای پایایی نیز در پرسشنامه‌های مقایسه زوجی از نرخ ناسازگاری استفاده می‌شود.

### ۳-۶- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

پژوهش حاضر بر اساس تکنیک تحلیل سلسله مراتبی صورت گرفته است.

<sup>۱</sup> Validity

### ۳-۶-۱- تکنیک تحلیل سلسله مراتبی

در علم تصمیم‌گیری که در آن انتخاب یک راهکار از بین راهکارهای موجود و یا اولویت‌بندی راهکارها مطرح است، چند سالی است که روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه<sup>۱</sup> یا MCDM جای خود را باز کرده‌اند (۱۶). در این گونه تصمیم‌گیری‌ها چندین شاخص یا هدف که گاه با هم متضاد هستند در نظر گرفته می‌شوند. اگر در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (MCDM) منظور از معیار شاخص<sup>۲</sup> باشد آن‌را به نام تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه<sup>۳</sup> (MADM) می‌شناسند و اگر منظور از معیارهای چندگانه هدف<sup>۴</sup> باشد آن‌را به نام تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه<sup>۵</sup> (MODM) گویند (۱۷).

یکی از نخستین روش‌های تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه (MADM) روش تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۶</sup> (AHP) می‌باشد که بیش از سایر روش‌ها در علم مدیریت مورد استفاده قرار گرفته است. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند منظوره است که اولین بار توسط توماس ال. ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی منعکس‌کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این تکنیک، مسائل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آن‌ها مورد بررسی قرار می‌دهد و آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل کرده به حل آن می‌پردازد.

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست می‌تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می‌تواند کمی و یا کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله‌مراتبی تصمیم آغاز می‌کند. درخت سلسله‌مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام می‌گیرد. این مقایسات وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم نشان می‌دهد. در نهایت منطبق فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به گونه‌ای

---

<sup>1</sup> Multiple Criteria Decision Making, MCDM

<sup>2</sup> Attribute

<sup>3</sup> Multiple Attribute Decision Making, MADM

<sup>4</sup> objective

<sup>5</sup> Multiple objective Decision Making, MODM

<sup>6</sup> Analytical Hierarchy process, AHP

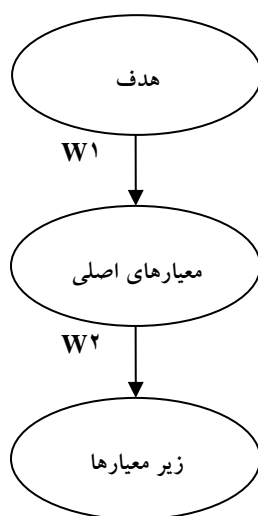
ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید.

در این مطالعه با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی اقدام به اولویت‌بندی معیارهای اصلی هم‌سویی استراتژیک و انتخاب گزینه بهینه، گردیده است. پنل مورد نظر بر اساس ترکیبی از خبرگان با تخصص‌های گوناگون تعیین گردید و از نمونه‌ای به حجم ۲۶ نفر استفاده شده است. این تحلیل بر اساس دیدگاه ۲۶ نفر از خبرگان و بر اساس مقایسه‌های زوجی با استفاده از پرسشنامه خبره با مقیاس مندرج در جدول ۳-۱ صورت گرفته است.

### **۳-۶-۲- الگوریتم استفاده از AHP**

پس از تعیین مهم‌ترین معیارهای موضوع مورد مطالعه، به اولویت‌بندی هر یک از معیارهای شناسائی شده، پرداخته می‌شود. جهت اولویت‌بندی معیارها از تکنیک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شده است. اساس فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی بر مقایسه‌های زوجی بر اساس دیدگاه خبرگان استوار است (۱۴).

روش انجام پژوهش حاضر با ارائه مدل مفهومی و سپس در قالب چهار گام قابل تشریح است. در الگوریتم مورد استفاده در پژوهش حاضر از روش انجام مراحل بر مبنای عملیات ماتریسی استفاده شده است.



شکل ۳-۱- مدل مفهومی تحقیق با رویکرد AHP

در این مدل بردار  $W^1$  نشان‌دهنده تأثیر هدف پژوهش بر معیارهای اصلی است. به همین ترتیب بردار  $W^2$  نشان‌دهنده تأثیر معیارهای اصلی بر زیر معیارها است. بنابراین مدل تحقیق از یک ارتباط سلسله مراتبی برخوردار می‌باشد. از آنجا که در این تحقیق روابط درونی معیارها در نظر گرفته نمی‌شود از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. ساختار سوپر ماتریس اولیه (ناموزون) مدل مفهومی تحقیق به صورت زیر خواهد بود:

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{هدف} \\ \text{معیارهای اصلی} \end{matrix} \end{matrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

شکل ۳-۲- ساختار سوپر ماتریس اولیه (ناموزون)

گام اول: شناسایی معیارهای اصلی

در تحقیق حاضر، معیارهای اصلی در مدل AHP عبارتند از:

مهندسی سازه ای ساختمان

سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش

طراحی ایمنی ساختمان

مهارت های رفتاری ساکنین

بنابراین ابتدا بر اساس هدف اصلی تحقیق هر یک از این معیارها به صورت زوجی

مقایسه و با محاسبه بردار ویژه تعیین اولویت می گردد. ( $W^1$ )

گام دوم: شناسایی زیرمعیارها

بر اساس مطالعات انجام شده پیشین و با توجه به شرایط و مقتضیات حوزه مورد مطالعه،

زیرمعیارها تدوین می شود. این مجموعه از زیرمعیارها بر اساس معیارهای اصلی مطالعه مورد

بررسی و مقایسه قرار خواهند گرفت. در نهایت مقایسه زوجی زیر معیارها بر اساس

معیارهای مرتبط، ماتریس  $W^2$  محاسبه خواهد شد که این زیر معیارها شامل موارد ذیل

می باشند:

❖ مهندسی سازه ای ساختمان

❖ سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش

❖ طراحی ایمنی ساختمان

❖ مهارت های رفتاری ساکنین

❖ مصالح مورد استفاده در ساختمان

❖ استحکام ساختمان

❖ مسیرهای دسترسی به ساختمان

❖ کاربری ساختمان

❖ خاموش کننده های دستی

❖ سیستم های هشدار و اعلام آتش

❖ سیستمهای خاموش کننده آتش

- ❖ پمپ ها و تاسیسات آتش نشانی
- ❖ طراحی روشنایی اضطراری
- ❖ طراحی مسیرهای خروج اضطراری
- ❖ طراحی جانمایی آسانسور و پله های برقی
- ❖ طراحی پله های ساختمان
- ❖ طراحی سیستم های تهویه مطبوع ساختمان
- ❖ آشنایی با علائم و مسیرهای خروج اضطراری
- ❖ آشنایی با نحوه تخلیه اضطراری ساختمان
- ❖ آشنایی با نحوه حرکت در دود و تاریکی
- ❖ آشنایی با نحوه استفاده از تجهیزات خاموش کننده آتش

### گام سوم: تعیین اولویت های کلی

برای تعیین اولویت های کلی و تبیین روابط بین آنها، ساختار سوپر ماتریس اولیه (ناموزون)<sup>۱</sup> تشکیل می شود. بر مبنای نظریه ساعتی، پس از تشکیل سوپر ماتریس اولیه، گام بعدی تعیین اولویت است. برای تعیین اولویت از مفهوم نرمال سازی<sup>۲</sup> و میانگین موزون<sup>۳</sup> استفاده می شود (۱۵). پس از نرمال کردن از مقادیر هر سطر میانگین موزون گرفته خواهد شد. برای نرمال کردن مقادیر بدون استفاده از نرم افزار از فرمول زیر استفاده می شود:

$$r_{ij} = \frac{\bar{a}_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}} \quad \text{فرمول ۱-۳}$$

در این فرمول  $r_{ij}$  درایه نرمال شده متناظر با درایه  $a_{ij}$  در سوپر ماتریس اولیه است. البته لازم به توضیح است نظر به گستردگی مطالعه حاضر برای نرمال کردن از نرم افزارهای آماری مربوط استفاده شده است. در نهایت با تشکیل سوپر ماتریس حد<sup>۴</sup> چنانچه سوپر ماتریس تشکیل شده، کل شبکه را در نظر گرفته باشد، یعنی تمامی گزینه ها در سوپر ماتریس لحاظ شده باشند، اولویت زیر معیارها از ستون مربوط به گزینه ها در سوپر ماتریس حد

<sup>۱</sup> Unweighted super matrix

<sup>۲</sup> Normalize

<sup>۳</sup> Weighted average

<sup>۴</sup> Limit super matrix

نرمالیزه قابل حصول است. اگر سوپرماتریس فقط بخشی از شبکه که وابستگی متقابل دارند را شامل شود و گزینه‌ها در سوپر ماتریس در نظر گرفته نشوند، محاسبات بعدی برای تعیین اولویت گزینه‌ها الزامی است (۱۸).

### گام چهارم: آزمون سازگاری

بعد از یک‌سازی نظریات و ترجیحات خبرگان مختلف امکان این وجود دارد که یک ماتریس مقایسه‌ای از چندین گزینه و معیار ایجاد نمود. متد AHP از واحد ۱ تا ۹ در جهت وزن گذاری نسبی استفاده می‌کند این وزن گذاری‌ها به عنوان مقادیرهای super matrix (سوپر ماتریس) وارد می‌شود. در نتیجه روابط بین هر معیار و گزینه در این ماتریس منعکس می‌شود. در متد AHP تصمیم‌گیرندگان و خبرگانی که نظرات خود را اعلام داشته‌اند باید آزمون سازگاری بر روی آن‌ها انجام گیرد. این آزمون بر اساس نسبت‌های سازگاری<sup>۱</sup> (C.R) ماتریس مقایسه‌ای انجام می‌گیرد. C.R یک زوج ماتریس مقایسه‌ای برابر است با نسبت درجه سازگاری آن به مقدار تصادفی مربوطه<sup>۲</sup> (۱۹).

- محاسبه بردار مجموع وزنی: ماتریس مقایسات زوجی را در بردار ستونی «وزن نسبی» ضرب می‌کنیم. بردار جدیدی را که به این طریق بدست می‌آید، بردار مجموع وزنی<sup>۳</sup> نامیده می‌شود.

- محاسبه بردار سازگاری: عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار اولویت نسبی تقسیم کرده، بردار حاصل بردار سازگاری نامیده می‌شود.

- بدست آوردن  $\lambda_{max}$ : میانگین عناصر بردار سازگاری  $\lambda_{max}$  را به دست می‌دهد.

- محاسبه شاخص سازگاری<sup>۴</sup> (CI): شاخص سازگاری به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

فرمول ۲-۳

n عبارتست از تعداد گزینه‌های موجود در مساله

بیشتر مواقع به جای محاسبه  $\lambda_{max}$  از روش تقریبی میانگین هندسی استفاده می‌شود.

<sup>1</sup> Consistency ratios, CR

<sup>2</sup> to corresponding random value

<sup>3</sup> Weighted sum Vector=WSV

<sup>4</sup> Consistency Index = CI



فرمول ۳-۳

$$L = \frac{1}{n} \left[ \sum_{i=1}^n (AW_i / W_i) \right]$$

- پارامتر  $L$  مقدار تقریبی  $\lambda_{\max}$  است.

- بردار  $AW_i$  برابر است با حاصل ضرب ماتریس مقایسه زوجی معیارها ضربدر بردار ویژه (اولویت‌ها)

- بردار  $W_i$  نیز همان بردار ویژه یا بردار اولویت معیارها است.

بنابراین کافی ست تا پس از محاسبه  $AW_i$  هر یک از درایه‌های این بردار را بر درایه متناظر بردار  $W_i$  تقسیم نموده و سپس مقادیر بدست آمده را جمع نمود. با تقسیم عدد حاصل بر تعداد معیارها ( $n$ ) مقدار  $L$  بدست خواهد آمد.

- محاسبه شاخص تصادفی<sup>۱</sup>: شاخص تصادفی بودن از جدولی مانند ۲-۳ استخراج می‌شود.

جدول ۲-۳- شاخص تصادفی بودن (RI)؛ منبع: الونسو ولاماتا، ۲۰۰۶: ۴۴۹

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
RI	۰	۰	۰/۵۲	۰/۸۸	۱/۱۰	۱/۲۴	۱/۳۴	۱/۴	۱/۴۴	۱/۴۸	۱/۵۱	۱/۵۳	۱/۵۵	۱/۵۷	۱/۵۸

- محاسبه نسبت سازگاری: نسبت سازگاری از تقسیم شاخص سازگاری بر شاخص تصادفی بدست می‌آید. نسبت سازگاری ۰/۱ یا کمتر سازگاری در مقایسات را بیان می‌کند.

$$CR = CI / RI$$

فرمول ۴-۳

<sup>۱</sup> Random Index = RI

## **فصل چهارم**

### **تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش**

## ۴-۱- مقدمه

پس از آنکه محقق داده‌ها را گردآوری، استخراج و طبقه‌بندی نمود و جدول توزیع فراوانی و نسبت‌های توزیع را تهیه کرد باید مرحله جدیدی از فرایند تحقیق که به تجزیه و تحلیل داده‌ها معروف است، آغاز شود. در مرحله تجزیه و تحلیل، نکته مهم این است که محقق باید اطلاعات و داده‌ها را در مسیر هدف، پاسخگویی به سؤال یا سؤالات تحقیق و نیز ارزیابی فرضیه‌های خود جهت داده و مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد (۸).

هدف اساسی از تجزیه و تحلیل داده‌ها، بررسی دقیق پدیده‌ها و روابط بین متغیرهای موضوع تحقیق است. تجزیه و تحلیل شامل دو اقدام اساسی است: ۱- تجزیه و تحلیل داده‌ها ۲- تفسیر نتایج و آزمون فرضیه‌ها. هر یک از این اقدامات می‌تواند متناسب با شرایط تحقیق، نوع اطلاعات و نیز روش‌های جمع‌آوری اطلاعات، صورت‌های متفاوتی داشته باشد. با این وجود مهم‌ترین عامل‌های تعیین‌کننده نحوه تجزیه و تحلیل، الگوی تحلیلی ساخته شده توسط محقق و روش انتخابی تجزیه و تحلیل است. الگوی تحلیلی که روش انتخابی برای تجزیه و تحلیل با توجه به آن انتخاب می‌شود، مشخص می‌کند چه اطلاعاتی و چگونه تجزیه و تحلیل شوند. روش یا روش‌های تجزیه و تحلیل تحقیق با توجه به اهداف، فرضیه‌ها و الگوی تحلیلی آن انتخاب می‌شوند. در ضمن به‌کارگیری ابزار مختلف در تجزیه و تحلیل نیز می‌تواند در دقت کار روش تجزیه و تحلیل مؤثر باشد. یعنی ضمن استفاده از بهترین روش، باید آن را همراه مناسب‌ترین ابزار به کار برد، زیرا انتخاب روش و ابزار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل، به طور کامل به روش‌ها و ابزار بستگی دارد (۱۱).

جدول ۴-۱- نماد های مورد استفاده در تحقیق

نماد	شاخص
C۱	مهندسی سازه ای ساختمان
C۲	سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش
C۳	طراحی ایمنی ساختمان
C۴	مهارت های رفتاری ساکنین
S۱۱	مصالح مورد استفاده در ساختمان
S۱۲	استحکام ساختمان
S۱۳	مسیرهای دسترسی به ساختمان
S۱۴	کاربری ساختمان
S۲۱	خاموش کننده های دستی
S۲۲	سیستم های هشدار و اعلام آتش
S۲۳	سیستمهای خاموش کننده آتش
S۲۴	پمپ ها و تأسیسات آتش نشانی
S۳۱	طراحی روشنایی اضطراری
S۳۲	طراحی مسیرهای خروج اضطراری
S۳۳	طراحی جانمایی آسانسور و پله های برقی
S۳۴	طراحی پله های ساختمان
S۳۵	طراحی سیستمهای تهویه مطبوع ساختمان
S۴۱	آشنایی با علائم و مسیرهای خروج اضطراری
S۲۴	آشنایی با نحوه تخلیه اضطراری ساختمان
S۴۳	آشنایی با نحوه حرکت در دود و تاریکی
S۴۴	آشنایی با نحوه استفاده از تجهیزات خاموش کننده آتش

در این تحقیق پس از معرفی مشخصات خبرگان، برای تجزیه و تحلیل منابع مؤثر در حفاظت و ایمنی ساختمان‌های بلند در برابر حریق و ارزیابی معیارهای مؤثر در ایمنی ساختمان‌های بلند در برابر حریق، از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و مدل AHP استفاده شده است. لازم به ذکر است برای توصیف شاخص‌های تحقیق از نمادهای موجود در جدول ۱-۴ استفاده شده است.

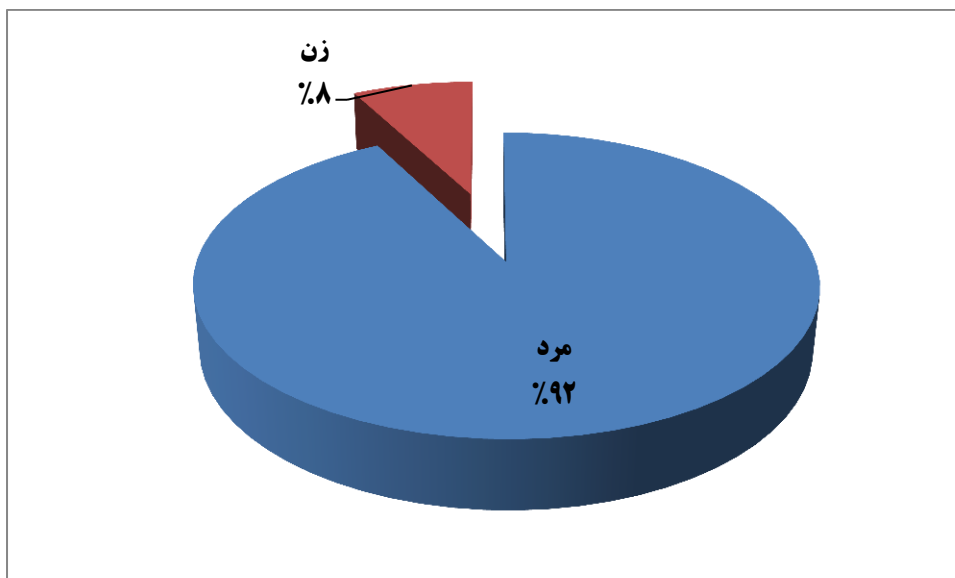
#### ۲-۴-ویژگی‌های عمومی پاسخ‌دهندگان

جهت توصیف ویژگی‌های عمومی پاسخ‌دهندگان از شاخص‌های آمار توصیفی استفاده شده است. فراوانی پاسخ‌دهندگان براساس، سن، سابقه کار، میزان تحصیلات و جنسیت مورد بررسی قرار گرفته است و نمودارهای مربوط ترسیم شده است.

#### ۲-۴-۱-جنسیت

جدول ۲-۴- توزیع فراوانی پاسخ‌دهندگان براساس جنسیت

جنسیت	فراوانی	درصد	درصد فراوانی تجمعی
مرد	۲۴	۹۲,۳	۹۲,۳
زن	۲	۷,۷	۱۰۰,۰
کل	۲۶	۱۰۰,۰	

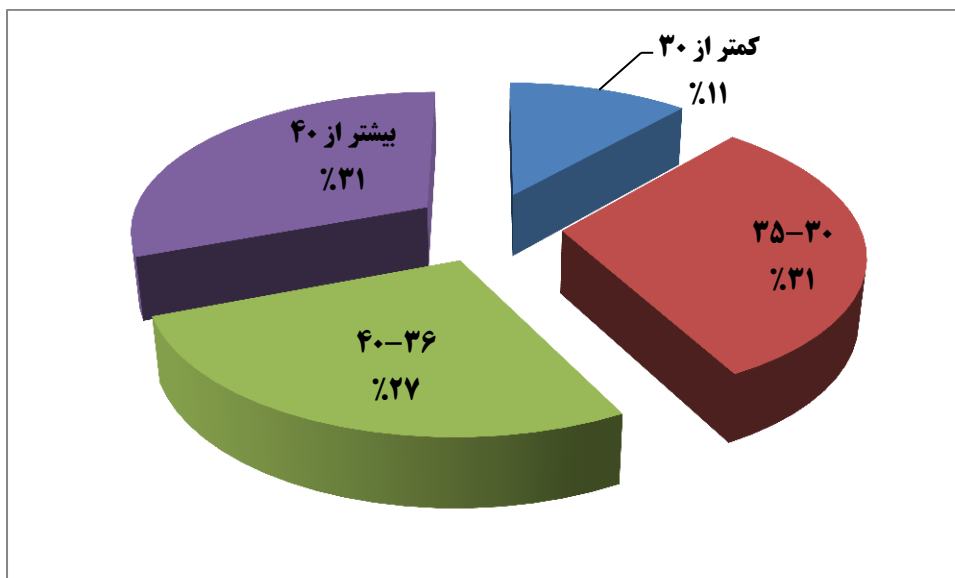


شکل ۴-۱- نمودار فراوانی پاسخ دهندگان براساس جنسیت

#### ۴-۲-۲- سن

جدول ۴-۳- توزیع فراوانی پاسخ دهندگان براساس سن

سن	فراوانی	درصد	درصد فراوانی تجمعی
کمتر از ۳۰	۳	۱۱,۵	۱۱,۵
۳۰-۳۵	۸	۳۰,۸	۴۲,۳
۳۶-۴۰	۷	۲۶,۹	۶۹,۲
بیشتر از ۴۰	۸	۳۰,۸	۱۰۰,۰
کل	۲۶	۱۰۰,۰	

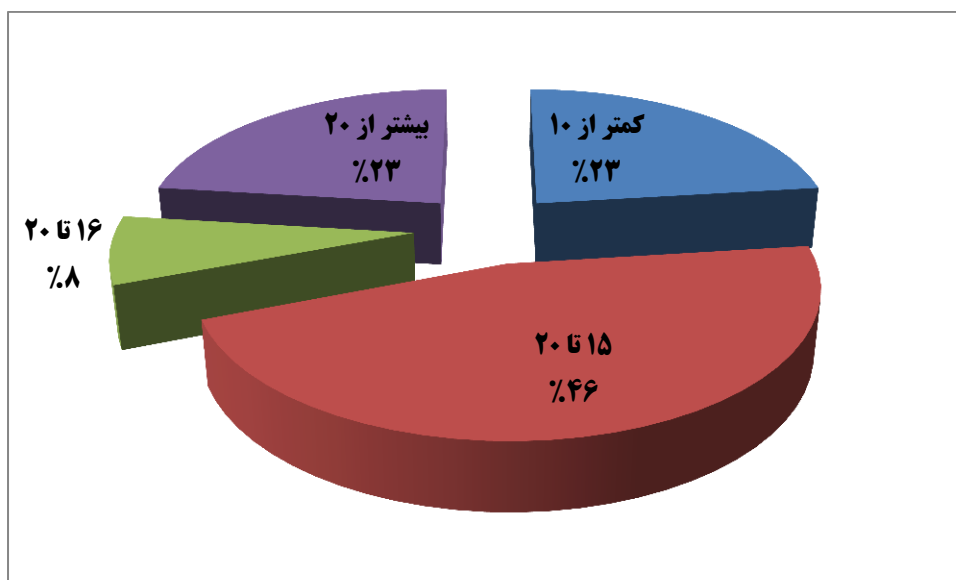


شکل ۴-۲- نمودار فراوانی پاسخ دهندگان براساس سن

#### ۴-۲-۳- سابقه خدمت

جدول ۴-۴- توزیع فراوانی پاسخ دهندگان براساس سابقه خدمت

درصد فراوانی تجمعی	درصد	فراوانی	سابقه خدمت
۲۳,۱	۲۳,۱	۶	کمتر از ۱۰
۶۹,۲	۴۶,۲	۱۲	۱۵-۱۰
۷۶,۹	۷,۷	۲	۲۰-۱۶
۱۰۰,۰	۲۳,۱	۶	بیشتر از ۲۰
	۱۰۰,۰	۲۶	کل



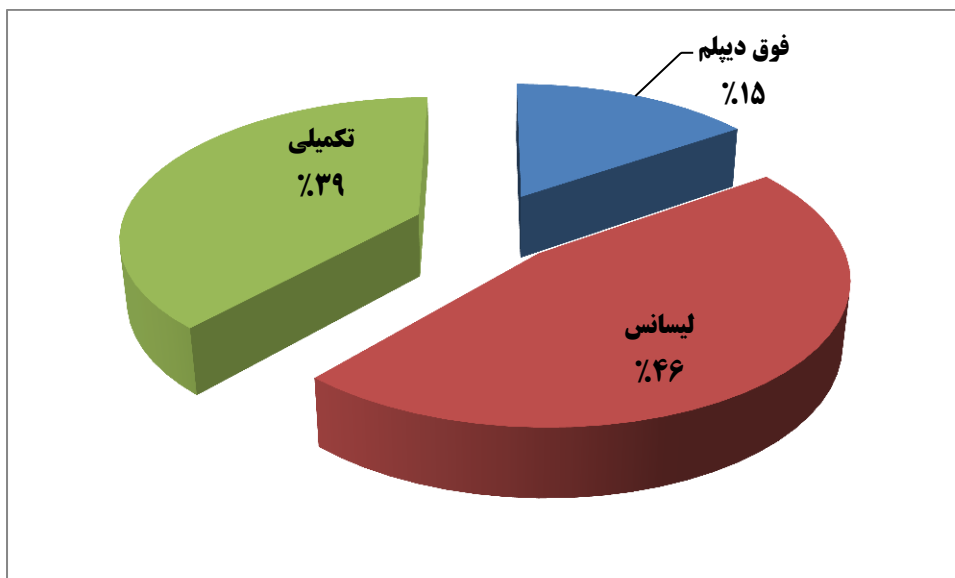
شکل ۴-۳- نمودار فراوانی پاسخ دهندگان براساس سابقه خدمت

#### ۴-۲-۴- تحصیلات

جدول ۴-۵- توزیع فراوانی پاسخ دهندگان براساس تحصیلات

تحصیلات	فراوانی	درصد	درصد فراوانی تجمعی
فوق دیپلم	۴	۱۵,۴	۱۵,۴
لیسانس	۱۲	۴۶,۲	۶۱,۵
تکمیلی	۱۰	۳۸,۵	۱۰۰,۰
کل	۲۶	۱۰۰,۰	





شکل ۴-۴- نمودار فراوانی پاسخ دهندگان براساس تحصیلات

#### ۴-۳- تعیین اولویت عناصر مدل با استفاده از تکنیک AHP

در این پژوهش برای تعیین وزن معیارها و شاخص‌های مدل از تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شده است.

##### ۴-۳-۱- تعیین اولویت بر اساس هدف

برای انجام تحلیل سلسله‌مراتبی نخست معیارهای اصلی بر اساس هدف به صورت زوجی مقایسه شده‌اند. برای این منظور از نظر گروهی از خبرگان استفاده شده است و با استفاده از تکنیک میانگین هندسی و نرمال سازی مقادیر بدست آمده، بردار ویژه محاسبه گردیده است. بنابراین با استفاده از تکنیک میانگین هندسی و نرمال سازی مقادیر بدست آمده، بردار ویژه محاسبه گردیده است. اعداد بدست آمده ضریب اهمیت هر یک از معیارهای اصلی را نشان می‌دهد. محاسبات انجام شده در جدول ۴-۶ ارائه شده است.

جدول ۴-۶- تعیین اولویت معیارهای اصلی مؤثر در ایمنی ساختمانهای بلند در برابر حریق

بردار ویژه	c۴	c۳	c۲	c۱	
۰,۰۵۳	۰,۱۷۲	۰,۱۹۶	۰,۲۴۵	۱	c۱
۰,۱۱۰	۰,۲۲۲	۰,۱۷۲	۱	۴,۰۷۹	c۲
۰,۳۰۰	۰,۲۹۱	۱	۵,۸۰۹	۵,۱۱۱	c۳
۰,۵۳۸	۱	۳,۴۳۱	۴,۴۹۹	۵,۸۰۹	c۴

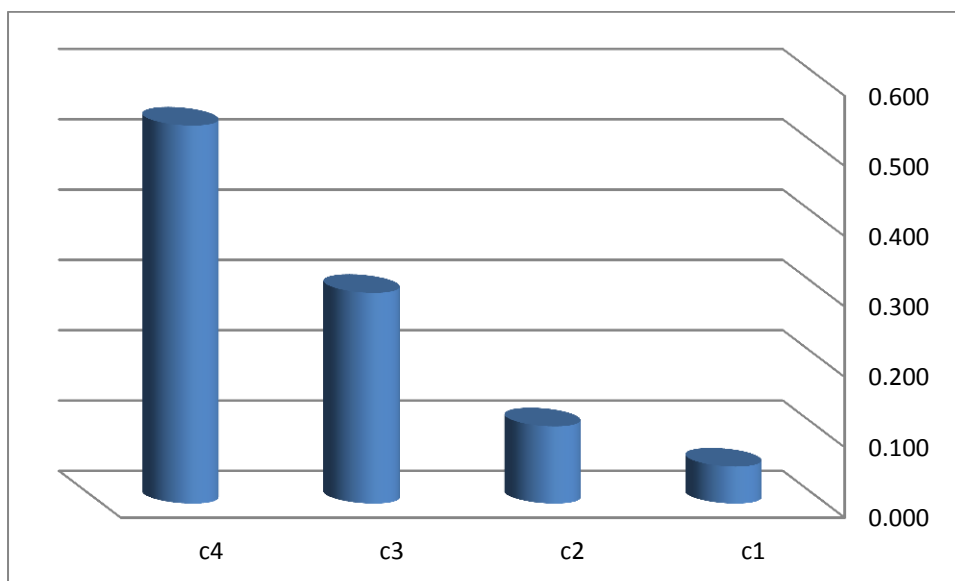
بر اساس بردار ویژه بدست آمده:

معیار مهارت های رفتاری ساکنین با وزن نرمال شده ۰,۵۳۸ از بیشترین اولویت برخوردار است.

معیار طراحی ایمنی ساختمان با وزن ۰,۳ در اولویت دوم قرار دارد.

معیار سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش با وزن نرمال ۰,۱۱۰ در اولویت سوم قرار دارد.

معیار مهندسی سازه ای ساختمان با وزن نرمال ۰,۰۵۳ در اولویت چهارم قرار دارد.



شکل ۴-۵- نمایش گرافیکی اولویت معیارهای اصلی مؤثر در ایمنی ساختمانهای بلند در برابر حریق

نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰/۰۵۳ بدست آمده است که کوچک‌تر از ۰/۱ می‌باشد و بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد.

#### ۴-۳-۲- مقایسه و تعیین اولویت زیر معیارها

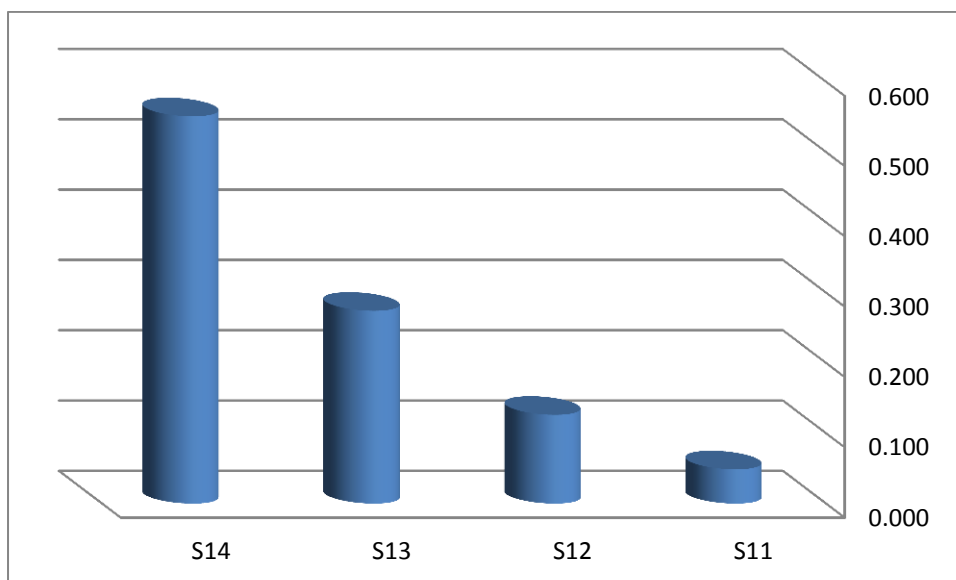
در گام دوم از تکنیک AHP زیر معیارهای مربوط به هر معیار به صورت زوجی مقایسه شوند.

#### ۴-۳-۲-۱- تعیین اولویت زیر معیارهای مهندسی سازه ای ساختمان

محاسبات انجام شده برای تعیین اولویت زیر معیارهای مهندسی سازه ای ساختمان در جدول شماره ۴-۷ ارائه شده است.

جدول ۴-۷- تعیین اولویت زیرمعیارهای مهندسی سازه ای ساختمان

بردار ویژه	S <sub>۱۴</sub>	S <sub>۱۳</sub>	S <sub>۱۲</sub>	S <sub>۱۱</sub>	
۰,۰۴۹	۰,۲۰۰	۰,۱۷۶	۰,۱۷۲	۱	S <sub>۱۱</sub>
۰,۱۲۶	۰,۲۳۴	۰,۲۰۰	۱	۵,۸۳۰	S <sub>۱۲</sub>
۰,۲۷۴	۰,۲۱۵	۱	۴,۹۹۰	۵,۶۸۷	S <sub>۱۳</sub>
۰,۵۵۱	۱	۴,۶۵۸	۴,۲۶۷	۴,۹۹۰	S <sub>۱۴</sub>



شکل ۴-۶- تعیین اولویت زیرمعیارهای مهندسی سازه ای ساختمان

براساس بردار ویژه بدست آمده:

زیر معیار کاربری ساختمان با بردار ویژه ۰,۵۵۱ در اولویت اول می باشد.

زیر معیار مسیرهای دسترسی به ساختمان با بردار ویژه ۰,۲۷۴ در اولویت دوم می باشد.

زیر معیار استحکام ساختمان با بردار ویژه ۰,۱۲۶ در اولویت اول می باشد.

زیر معیار مصالح مورد استفاده در ساختمان با بردار ویژه ۰,۰۴۹ در اولویت دوم می باشد.

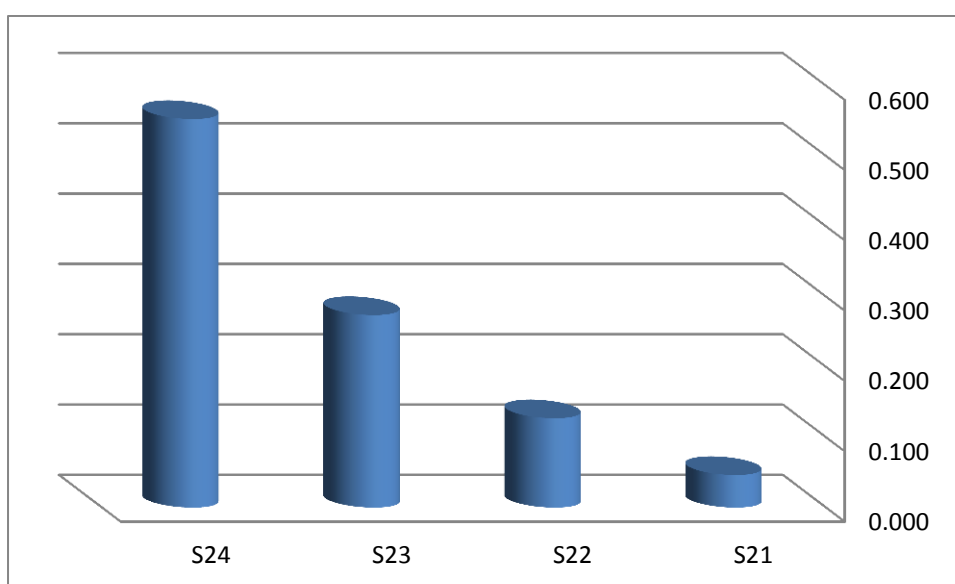
نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰/۰۸۳ بدست آمده است که کوچک‌تر از ۰/۱ می‌باشد و بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد.

#### ۴-۳-۲- تعیین اولویت زیرمعیارهای سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش

محاسبات انجام شده برای تعیین اولویت زیر معیارهای سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش در جدول شماره ۴-۸ ارائه شده است.

جدول ۴-۸- تعیین اولویت زیرمعیارهای سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش

بردار ویژه	S24	S23	S22	S21	
۰,۰۴۶	۰,۲۲۵	۰,۱۵۵	۰,۱۴۹	۱	S21
۰,۱۲۷	۰,۱۹۴	۰,۲۲۵	۱	۶,۷۱۶	S22
۰,۲۷۴	۰,۲۱۹	۱	۴,۴۵۳	۶,۴۶۷	S23
۰,۵۵۳	۱	۴,۵۶۴	۵,۱۵۲	۴,۴۵۳	S24



شکل ۴-۷- تعیین اولویت زیرمعیارهای سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش

براساس بردار ویژه بدست آمده:

بیشترین اولویت را پمپ ها و تأسیسات آتش نشانی با وزن نرمال ۰,۵۵۳ دارد.

اولویت دوم را سیستم های خاموش کننده آتش با وزن نرمال شده ۰,۲۷۴ دارد.

اولویت سوم را سیستم های هشدار و اعلام آتش با وزن نرمال شده ۰,۱۲۷ دارد.

اولویت آخر را خاموش کننده های دستی با وزن نرمال شده ۰,۰۴۶ دارد.

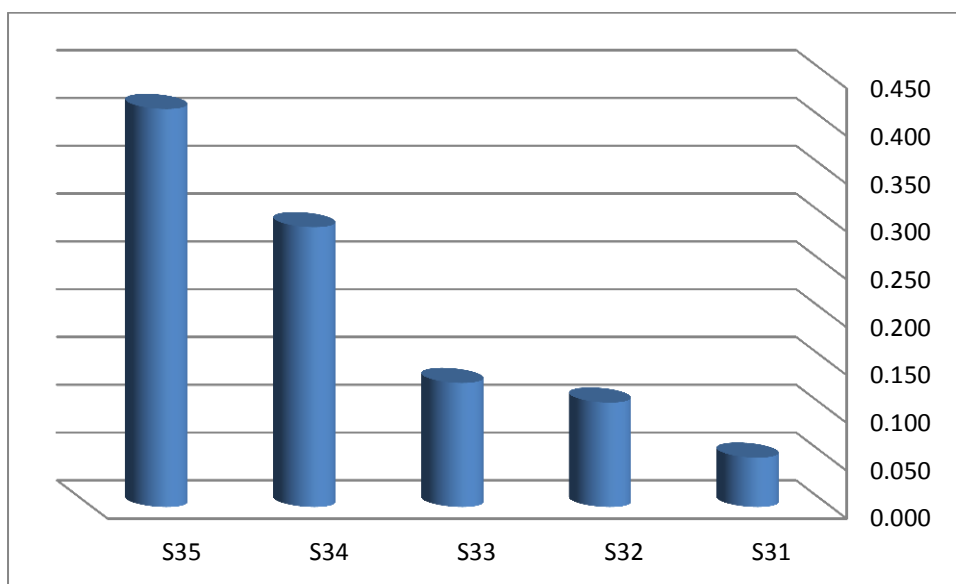
نرخ ناسازگاری مقایسه های انجام شده ۰/۰۹۳ بدست آمده است که کوچکتر از ۰/۱ می باشد و بنابراین می توان به مقایسه های انجام شده اعتماد کرد.

#### ۴-۳-۲-۳- تعیین اولویت زیرمعیارهای طراحی ایمنی داخلی ساختمان

محاسبات انجام شده برای تعیین اولویت زیر معیارهای طراحی ایمنی داخلی ساختمان در جدول شماره ۴-۹ ارائه شده است.

جدول ۴-۹- تعیین اولویت زیرمعیارهای طراحی ایمنی داخلی ساختمان

بردار ویژه	S۳۵	S۳۴	S۳۳	S۳۲	S۳۱	
۰,۰۵۲	۰,۲۱۹	۰,۱۶۱	۰,۳۷۵	۰,۳۱۲	۱	S۳۱
۰,۱۰۹	۰,۳۶۸	۰,۲۸۰	۰,۵۲۸	۱	۳,۲۰۵	S۳۲
۰,۱۳۰	۰,۲۶۶	۰,۳۰۷	۱	۱,۸۹۴	۲,۶۶۵	S۳۳
۰,۲۹۳	۰,۳۳۳	۱	۳,۲۶۲	۳,۵۷۰	۶,۲۱۴	S۳۴
۰,۴۱۶	۱	۳,۰۰۶	۳,۷۵۳	۲,۷۱۸	۴,۵۶۹	S۳۵



شکل ۴-۸- تعیین اولویت زیرمعیارهای طراحی ایمنی داخلی ساختمان

براساس بردار ویژه بدست آمده:

بیشترین اولویت را طراحی سیستم های تهویه مطبوع ساختمان با وزن نرمال ۰,۴۱۶ دارد.

اولویت دوم را طراحی پله های ساختمان با وزن نرمال شده ۰,۲۹۳ دارد.

اولویت سوم را طراحی جانمایی آسانسور و پله های برقی با وزن نرمال شده ۰,۱۳۰ دارد.

اولویت چهارم را طراحی مسیرهای خروج اضطراری با وزن نرمال شده ۰,۱۰۹ دارد.

اولویت آخر را طراحی روشنایی اضطراری با وزن نرمال شده ۰,۰۵۲ دارد.

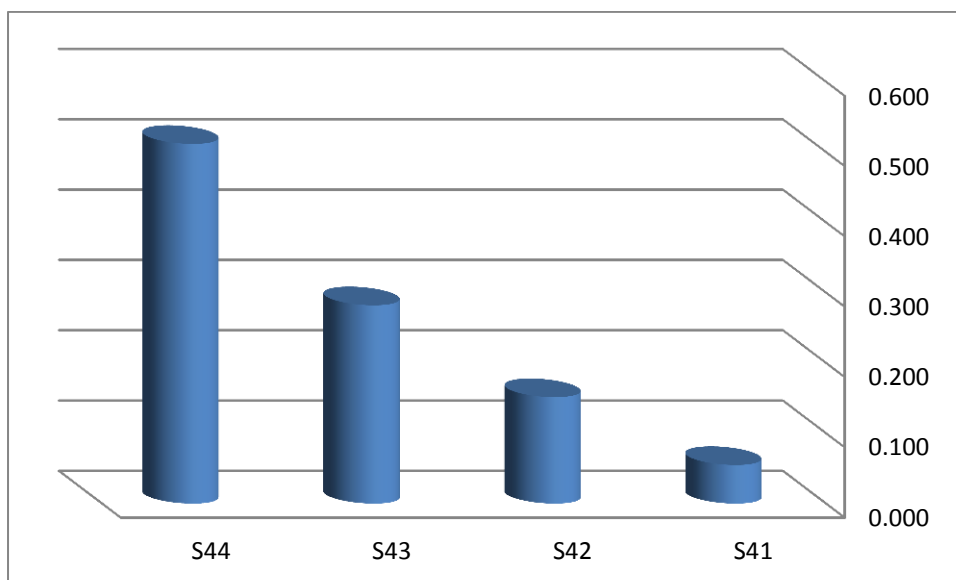
نرخ ناسازگاری مقایسه های انجام شده ۰/۰۷۷ بدست آمده است که کوچک تر از ۰/۱ می باشد و بنابراین می توان به مقایسه های انجام شده اعتماد کرد.

#### ۴-۳-۲-۴- تعیین اولویت زیرمعیارهای مهارت های رفتاری ساکنین

محاسبات انجام شده برای تعیین اولویت زیر معیارهای مهارت های رفتاری ساکنین در جدول شماره ۴-۱۰ ارائه شده است.

جدول ۴-۱۰- تعیین اولویت زیرمعیارهای مهارت های رفتاری ساکنین

بردار ویژه	S۴۴	S۴۳	S۴۲	S۴۱	
۰,۰۵۵	۰,۲۶۰	۰,۱۸۴	۰,۱۵۹	۱	S۴۱
۰,۱۵۱	۰,۲۶۷	۰,۲۶۰	۱	۶,۳۰۳	S۴۲
۰,۲۸۲	۰,۲۵۲	۱	۳,۸۵۲	۵,۴۴۰	S۴۳
۰,۵۱۲	۱	۳,۹۶۹	۳,۷۳۹	۳,۸۵۲	S۴۴



شکل ۴-۹- تعیین اولویت زیرمعیارهای مهارت های رفتاری ساکنین

براساس بردار ویژه بدست آمده:

بیشترین اولویت را شاخص آشنایی با نحوه استفاده از تجهیزات خاموش کننده آتش با وزن نرمال ۰,۵۱۲ دارد.

اولویت دوم را آشنایی با نحوه حرکت در دود و تاریکی با وزن نرمال شده ۰,۲۸۲ دارد.

اولویت سوم را آشنایی با نحوه تخلیه اضطراری ساختمان با وزن نرمال شده ۰,۱۵۱ دارد.

اولویت چهارم را آشنایی با علائم و مسیرهای خروج اضطراری با وزن نرمال شده ۰,۰۵۵ دارد.

نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰/۰۸ بدست آمده است که کوچک‌تر از ۰/۱ می‌باشد و بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد.

#### ۴-۴- اولویت نهائی شاخص‌های با تکنیک AHP

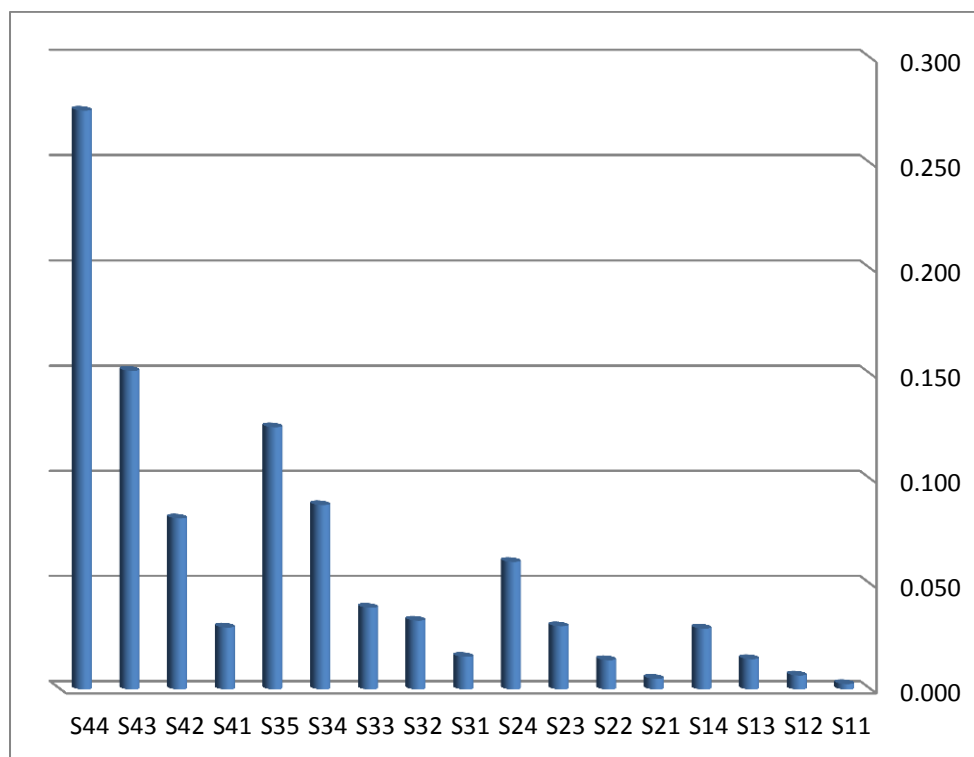
در این گام اولویت نهائی شاخص های مؤثر در ایمنی ساختمان های بلند در برابر حریق محاسبه می‌شود. نتایج مقایسه زیرمعیارهای تحقیق و اوزان مربوط به آنها ماتریس  $W^2$  را



تشکیل می‌دهد. برای تعیین اولویت نهائی شاخص‌های با تکنیک **AHP** کفایت وزن شاخص‌ها براساس هر معیار ( $W_2$ ) در وزن معیارهای اصلی ( $W_1$ ) ضرب شود. با در دست داشتن وزن هریک از معیارهای اصلی ( $W_1$ ) و زیرمعیارها ( $W_2$ ) وزن هریک از شاخص‌ها محاسبه می‌شود. نتایج محاسبه انجام شده و اوزان مربوط به شاخص‌های در جدول ۴-۱۱ آمده

جدول ۴-۱۱- تعیین اولویت نهائی شاخص‌های نهایی

خوشه اصلی	وزن خوشه	زیر معیارها	وزن زیر معیارها	وزن نهایی زیر معیارها
c1	۰,۰۵۳	S11	۰,۰۴۹	۰,۰۰۳
		S12	۰,۱۲۶	۰,۰۰۷
		S13	۰,۲۷۴	۰,۰۱۴
		S14	۰,۵۵۱	۰,۰۲۹
c2	۰,۱۱۰	S21	۰,۰۴۶	۰,۰۰۵
		S22	۰,۱۲۷	۰,۰۱۴
		S23	۰,۲۷۴	۰,۰۳۰
		S24	۰,۵۵۳	۰,۰۶۱
c3	۰,۳۰۰	S31	۰,۰۵۲	۰,۰۱۵
		S32	۰,۱۰۹	۰,۰۳۳
		S33	۰,۱۳۰	۰,۰۳۹
		S34	۰,۲۹۳	۰,۰۸۸
		S35	۰,۴۱۶	۰,۱۲۵
c4	۰,۵۳۸	S41	۰,۰۵۵	۰,۰۳۰
		S42	۰,۱۵۱	۰,۰۸۱
		S43	۰,۲۸۲	۰,۱۵۲
		S44	۰,۵۱۲	۰,۲۷۵



شکل ۴-۱۰- تعیین اولویت نهائی شاخص های نهایی

بنابراین با توجه به محاسبات انجام شده وزن نهائی هریک از شاخص های مدل با تکنیک **AHP** محاسبه شده است و بر این اساس:

بیشترین اولویت را آشنایی با نحوه استفاده از تجهیزات خاموش کننده آتش با وزن نرمال ۰,۲۷۵ دارد.

اولویت دوم را آشنایی با نحوه حرکت در دود و تاریکی با وزن نرمال شده ۰,۱۵۲ دارد.

اولویت سوم را طراحی سیستم های تهویه مطبوع ساختمان با وزن نرمال شده ۰,۱۲۵ دارد.

اولویت چهارم را طراحی پله های ساختمان با وزن نرمال شده ۰,۰۸۸ دارد.

اولویت پنجم را آشنایی با نحوه تخلیه اضطراری ساختمان با وزن نرمال شده ۰,۰۸۱ دارد.

سایر اولویت ها در شکل ۴-۱۰ مشخص شده است.

## **فصل پنجم**

### **خلاصه، بحث و نتیجه گیری**

## ۵-۱- مقدمه

هدف از انجام این تحقیق ارائه راهکار به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق می باشد. ایمنی در بر گیرنده مجموعه تمهیداتی که جهت جلوگیری از بروز یا تخفیف آثار و عوارض نامساعد جانی و مالی حوادث طبیعی و غیر طبیعی نظیر سیل، طوفان، آتش سوزی، تصادف رانندگی و غیره صورت می گیرد است. از جمله خطراتی که همواره ساختمان های بلند را تهدید می کند، وقع حریق است. بنابراین از مهم ترین مسائل ایمنی این گونه ساختمان ها، پیش بینی و جلوگیری از وقوع حریق می باشند، به گونه ای که در نظر گرفتن روش هایی جهت حفاظت در برابر حریق از شرایط لازم و حتمی برای احداث ساختمان بلند است و این مورد باید از اصول اولیه طراحی این گونه ساختمان ها محسوب شود... حفظ جان افراد در هنگام آتش سوزی از مسائل مهمی است که در طراحی ساختمان باید به آن توجه شود. علاوه بر استحکام سازه که به صورت مقاومت آن در برابر آتش مطرح می شود، راه فرار ساکنان و ایمنی گروه های آتش نشان را نیز باید در نظر گرفت. این امر مستلزم دسترسی مناسب به ساختمان از داخل سایت است در این فرایند سوختن علاوه بر شعله و حرارت زیاد، دود و گازهای سمی نیز تولید می شود. معمولاً با گسترش آتش سوزی، میزان اکسیژن کاهش یافته و این خود سبب احتراق ناقص و افزایش دود می شود. علت اصلی صدمات و مرگ میر در آتش سوزی ها انتشار گازهای سمی است، نه شعله های آتش. بنابر اهمیت زیاد ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق در این تحقیق بدان پرداخته می شود. در این فصل مروری اجمالی بر کلیه اقدامات انجام گرفته و گام های طی

شده در پژوهش حاضر صورت می‌گردد و نتایج و دستاوردهای حاصل از پژوهش و استنتاجات پژوهشگر از محاسبات صورت گرفته بیان خواهد شد. به این ترتیب که در ابتدا خلاصه‌ای از فصول چهارگانه پیشین ارائه می‌شود و سپس دستاوردهای آماری و محاسبات و پردازش‌های صورت گرفته روی داده‌های بدست آمده از پژوهش به صورت نتایج پژوهش بیان می‌شود. در ادامه محدودیت‌های پژوهش حاضر عنوان می‌شود و در نهایت با توجه به دستاوردهای پژوهش، مطالعات صورت گرفته و محدودیت‌های موجود، پیشنهاداتی کاربردی برای ایمنی و حفاظت از ساختمان‌های بلند شهر تهران مورد مطالعه و پژوهشگران دیگر ارائه می‌گردد.

## ۵-۲- خلاصه پژوهش و نتایج پژوهش و بحث

این پژوهش با هدف ارائه راهکار به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان‌های بلند در برابر حریق با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره صورت گرفته است. بنابراین در ابتدا به بررسی عمیق ادبیات موضوع و پژوهش‌های انجام شده داخلی و خارجی پرداخته شد تا مبانی اولیه در تدوین پیش‌فرض‌های لازم برای ارائه راهکار به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان‌های بلند در برابر حریق فراهم آید.

با توجه به هدف این تحقیق، پژوهش حاضر از نظر هدف در حیطه تحقیقات کاربردی می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به اینکه در این پژوهش از روش‌های مطالعه کتابخانه‌ای و نیز روش‌های میدانی نظیر پرسشنامه استفاده شده است، می‌توان بیان کرد که پژوهش حاضر بر اساس ماهیت و روش، یک پژوهش توصیفی از نوع پیمایشی است. روش‌های گردآوری اطلاعات در این پژوهش به دو دسته کتابخانه‌ای و میدانی تقسیم شد. در خصوص گردآوری اطلاعات مربوط به ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش از روش‌های کتابخانه‌ای و جهت گردآوری اطلاعات برای پاسخ به سوالات پژوهش از روش میدانی استفاده شد. در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌های پژوهش از مصاحبه و ابزار پرسشنامه استفاده گردیده است.

جامعه مورد بررسی این تحقیق را مدیران ارشد HSE تشکیل دادند. در این تحقیق از پرسشنامه استفاده شد که دارای بخش‌های مختلفی بوده است. در راهکار به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان‌های بلند در برابر حریق بودند از نظرات ۲۶ خبره حوزه مورد

نظر جهت مقایسه زوجی استفاده شد و سپس زیر معیارهای مربوط به هر معیار به صورت زوجی مقایسه شدند. در پرسشنامه دوم نیز راهکارهای تحقیق بر اساس زیرمعیارها مورد بررسی قرار گرفتند.

بعد از حصول اطمینان از پایایی و روایی پرسشنامه موجود به عنوان ابزار اصلی گردآوری داده‌ها، به توزیع پرسشنامه در بین خبرگان حوزه مورد مطالعه پرداخته شد و به این ترتیب داده‌های خام اولیه جهت پردازش، تجزیه و تحلیل و سنجش سوالات پژوهش گردآوری شد. خلاصه نتایج حاصل از این آزمون‌ها در ادامه آورده شده است.

### ۵-۳- نتایج پژوهش و بحث

یافته‌های پژوهش حاضر با توزیع پرسشنامه بین تعداد ۲۶ نفر از خبرگان حوزه مورد مطالعه به عنوان نمونه مورد بررسی استفاده شده‌اند. هدف اساسی از تجزیه و تحلیل داده‌ها، بررسی دقیق پدیده‌ها و روابط بین متغیرهای موضوع تحقیق است. پس از تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده در زمینه راهکار ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان‌های بلند در برابر حریق الگوی پیشنهادی تحقیق حاضر که استفاده از اولویت‌بندی معیارهای اصلی با تکنیک AHP می‌باشد مورد بررسی قرار گرفت.

پس از تعیین مهم‌ترین معیارهای موضوع مورد مطالعه، به اولویت‌بندی هر یک از معیارهای شناسائی شده، پرداخته شد. جهت اولویت‌بندی معیارها از تکنیک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شده است. اساس فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی بر مقایسه‌های زوجی بر اساس دیدگاه خبرگان استوار است. در این مطالعه برای مقایسه زوجی نظرات خبرگان از طیف نه درجه ساعتی استفاده شد. برونداد اولویت‌بندی راهکارهای ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان‌های بلند در برابر حریق نشان داد که معیار مهارت‌های رفتاری ساکنین با وزن نرمال شده ۰,۵۳۸، بیشترین اولویت، معیار طراحی ایمنی ساختمان با وزن نرمال شده ۰,۳، در اولویت دوم، معیار سیستم‌های هشدار و خاموش کردن آتش با وزن نرمال شده ۰,۱۱۰ در

اولویت سوم، معیار مهندسی سازه ای ساختمان با وزن نرمال ۰,۰۵۳ در اولویت چهارم قرار دارد.

در گام بعدی جهت تعیین اولویت بندی زیر معیارها از تکنیک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شد. محاسبات انجام شده برای تعیین اولویت زیر معیارهای مهندسی سازه ای ساختمان نشان داد که زیر معیار کاربری ساختمان با بردار ویژه ۰,۵۵۱ در اولویت اول، زیر معیار مسیرهای دسترسی به ساختمان با بردار ویژه ۰,۲۷۴ در اولویت دوم، زیر معیار استحکام ساختمان با بردار ویژه ۰,۱۲۶ در اولویت سوم، زیر معیار مصالح مورد استفاده در ساختمان با بردار ویژه ۰,۰۴۹ در اولویت آخر می‌باشد. همچنین نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰,۰۸۳ به دست آمده است. در تعیین اولویت بندی زیرمعیارهای سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش مشخص گردید بیشترین اولویت را پمپ ها و تاسیسات آتش نشانی با وزن نرمال ۰,۵۵۳، اولویت دوم را سیستمهای خاموش کننده آتش با وزن نرمال شده ۰,۲۷۴، اولویت سوم را سیستم های هشدار و اعلام آتش با وزن نرمال شده ۰,۱۲۷ و اولویت آخر را خاموش کننده های دستی با وزن نرمال شده ۰,۰۴۶ دارد. همچنین نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده نیز برابر ۰/۰۹۳ بدست آمده است که نشان می‌دهد می‌توان به مقایسات انجام گرفته اتکا کرد. در تعیین اولویت بندی زیرمعیارهای طراحی ایمنی داخلی ساختمان مشخص گردید بیشترین اولویت را طراحی سیستمهای تهویه مطبوع ساختمان با وزن نرمال ۰,۴۱۶، اولویت دوم را طراحی پله های ساختمان با وزن نرمال شده ۰,۲۹۳، اولویت سوم را طراحی جانمایی آسانسور و پله های برقی با وزن نرمال شده ۰,۱۳۰، اولویت چهارم را طراحی مسیرهای خروج اضطراری با وزن نرمال شده ۰,۱۰۹ و اولویت آخر را طراحی روشنایی اضطراری با وزن نرمال شده ۰,۰۵۲ دارد. همچنین نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده نیز برابر ۰/۰۷۷ بدست آمده است که نشان می‌دهد می‌توان به مقایسات انجام گرفته اتکا کرد. در تعیین اولویت بندی زیرمعیارهای مهارتهای رفتاری ساکنین مشخص گردید بیشترین اولویت را شاخص آشنایی با نحوه استفاده از تجهیزات خاموش کننده آتش با وزن نرمال ۰,۵۱۲، اولویت دوم را آشنایی با نحوه حرکت در دود و تاریکی با وزن نرمال شده ۰,۲۸۲، اولویت سوم را آشنایی با نحوه تخلیه اضطراری ساختمان با وزن نرمال شده ۰,۱۵۱، اولویت چهارم را آشنایی با علائم و مسیرهای خروج اضطراری با وزن نرمال شده ۰,۰۵۵ دارد. همچنین نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده نیز برابر ۰/۰۸ بدست آمده است که نشان می‌دهد می‌توان به مقایسات انجام گرفته اتکا کرد. در گام بعدی اولویت نهایی راهکار ارتقاء

حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق محاسبه شد و نتایج مقایسه زیر معیارهای تحقیق و اوزان مربوط به آنها در جدولی ارائه شد که بیشترین اولویت را زیر معیار آشنایی با نحوه استفاده از تجهیزات خاموش کننده آتش با وزن نهایی ۰,۲۷۵، اولویت دوم را آشنایی با نحوه حرکت در دود و تاریکی با وزن نهایی ۰,۱۵۲، اولویت سوم را طراحی سیستمهای تهویه مطبوع ساختمان با وزن نهایی ۰,۱۲۵، اولویت چهارم را طراحی پله های ساختمان با وزن نرمال شده ۰,۰۸۸ دارا می باشد.

نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات پیشین نشان می دهد که:

مریم روحانی (۱۳۹۴) در پژوهش خود با عنوان حفاظت از سازه ها و مقاوم سازی در برابر حریق به این نتیجه رسید که روش های محافظت ساختمان ها در برابر حریق از بیشترین اهمیت برخوردار است.

کرمانی حصارشهابی (۱۳۹۴) در پژوهش خود با عنوان اهمیت و جایگاه اجزای سازه ای ساختمان در برابر حریق به این نتیجه رسید که حفاظت اجزای سازه ای ساختمان در برابر حریق از بیشترین اهمیت برخوردار است.

افتخاری یزدی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود با عنوان طراحی سامانه های فشار مثبت راه پله فرار ساختمان ها با استفاده از مدل شبکه ای به این نتیجه رسیدند که روش های کنترل دود در ساختمان ها از بیشترین اهمیت در حفاظت در برابر حریق برخوردار است.

خیر دست (۱۳۹۴) در پژوهش با عنوان استاندارد برای دود کش ها، شومینه ها، هواکش ها و تاسیساتی با سوخت جامد به این نتیجه رسید که سیستم های تهویه از بیشترین اهمیت در حفاظت در برابر حریق برخوردار است.

کو و همکاران (۲۰۱۳)، در مطالعه مقایسه ای استراتژی تخلیه برای افراد معلول در ساختمان های بلند، بر این عقیده هستند که استراتژی تخلیه از بیشترین اهمیت در هنگام مواجهه با حریق برخوردار است.

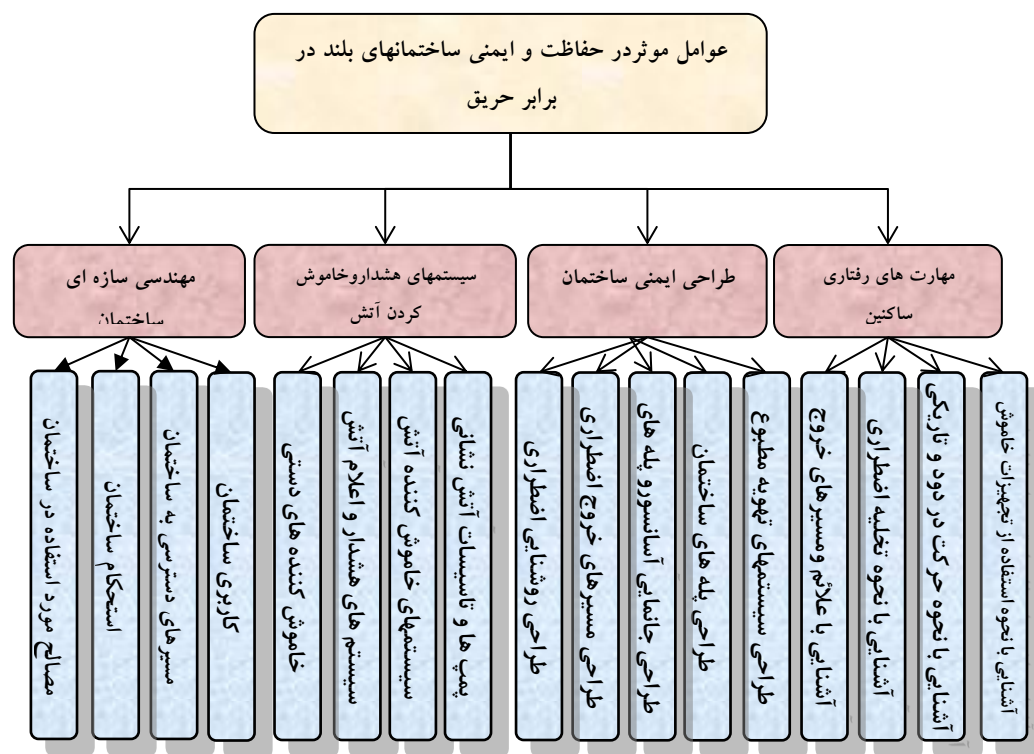


### ۵-۳- محدودیت‌های پژوهش

۱. استفاده از ابزار پرسشنامه به عنوان ابزار اصلی گرد آوری داده‌ها همیشه با انتقاداتی مانند پاسخ گوئی مغرضانه و یا بی‌توجهی مواجه بوده است.
۲. این تحقیق تنها در شهر تهران صورت گرفته است حال آنکه می‌توانست در موضوعات و شهرهای دیگر هم بررسی شود.
۳. هر سازمانی دارای فرهنگ و جو منحصر به فرد می‌باشد، لذا یافته‌های این پژوهش به سادگی قابل تعمیم برای هر سازمان دیگری نمی‌باشد.

### ۵-۴- پیشنهادات کاربردی

۱. از نتایجی که تحقیق حاضر به آن رسیده می‌توان به مدل اجرایی تحقیق اشاره کرد. مدل به مجموعه‌ای مادی، ریاضی یا منطقی اطلاق می‌شود که ساخت‌های اساسی یک واقعیت را می‌رساند و در سطح خود، قادر به تبیین آن و ارائه کارکردهایش است. مدل مطلوب مدلی است که آیینه تمام نمای اجزای اصلی و عمده پدیده موردنظر باشد، اگرچه درست همانند واقعیت مفصل و پیچیده نیست ولی با نشان دادن روابط اصلی اجزاء و آثار آنها وسیله‌ای ساده و مناسب در اختیار تحلیلگر می‌باشد (۴۶). پس باید در نظر داشت که با توجه به مدل تحقیق حاضر سازمان‌ها می‌توانند، فعالیت‌های خود در زمینه ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان‌های بلند در برابر حریق را به صورت منسجم‌تری انجام دهند. مدل پیشنهادی تحقیق حاضر به صورت شکل ۵-۱ ارائه شده است.



شکل ۵-۱- عوامل موثر پیشنهادی در حفاظت و ایمنی ساختمانهای بلند در برابر حریق

۲. براساس نتایج تحقیق مشخص گردید از میان معیارهای مربوطه، معیار مهارت های رفتاری ساکنین بیشترین اولویت بر اساس خروجی AHP را داراست.

✓ یکی از پیشنهادات در این زمینه تدوین طرح آموزشی برای ساکنین ساختمان می باشد، قبل از ارائه این برنامه آموزشی ساکنین ساختمان را از شرایط سنی، جنسیت، میزان تحصیلات تقسیم بندی میکنیم، پس از اجرای طرح آموزشی در ساختمان در پایان از فراگیران (ساکنان ساختمان) انتظار می رود در زمینه:

- آشنایی با نحوه استفاده از تجهیزات خاموش کننده آتش
- آشنایی با نحوه حرکت در دود و تاریکی

- آشنایی با نحوه تخلیه اضطراری ساختمان
  - آشنایی با علائم و مسیرهای خروج اضطراری
- دانایی و توانایی های لازم را کسب کرده باشند.

۳. براساس نتایج تحقیق مشخص گردید از میان معیارهای مربوطه، معیار طراحی ایمنی ساختمان اولویت دوم را بر اساس خروجی AHP را داراست.

#### ✓ طراحی سیستمهای تهویه مطبوع ساختمان

- با توجه به حرارت های زیاد دود ناشی از حریق که امکان گسترش حریق را به وجود می آورد از تهویه مناسب استفاده شود.
- با توجه به سمی بودن دود های تولیدی از حریق ها پیشنهاد می شود در راههای خروج اضطراری از تهویه فشار مثبت استفاده شود.

#### ✓ طراحی پله های ساختمان

- با توجه به اهمیت راه پله ها در ساختمان ها پیشنهاد می شود چیدمان پله ها در ساختمان های بلند بر اساس تعداد جمعیت، نوع تصرف و ... انجام شود.
- پیشنهاد می شود راه پله ها در ساختمان ها طوری طراحی شوند که محصولات حریق مانند دود در آن وجود نداشته باشد و ساکنین به راحتی بتوانند از آن در هنگام حریق استفاده کنند.

#### ✓ طراحی جانمایی آسانسور و پله های برقی (۴۵).

- اجرای آسانسور یا آسانسورهای ویژه تخلیه ساکنین و انجام عملیات آتش نشانی در ساختمان های بلند مرتبه الزامی است.

- راهنمای استفاده از سیستم های ارتباطی دو سویه، راهنمای فراخوانی نیروی کمکی از طریق سیستم ارتباط دوسویه و راهنمای مکتوب ساختمان باید در مجاورت و نزدیکی سیستم ارتباطی نصب گردند.
- در ساختمان های بلند، هنگامی که آسانسور منطقه امن را به معبر عمومی مرتبط سازد، آسانسور باید برای عملیات اضطراری توسط مقام قانونی مسئول تأیید شده باشد.
- هر طبقه ای که آسانسور به آنجا ورودی دارد، باید دارای لابی آسانسور باشد. مصالحی که لابی آسانسور از آنها ساخته می شود، باید حداقل یک ساعت مقاوم حریق باشد، این لابی به عنوان یک مانع دود عمل نماید.
- آسانسورها باید دارای شرایطی باشند که توسط آتش نشانان در شرایط اضطراری مورد استفاده قرار گیرند.

#### ✓ طراحی مسیرهای خروج اضطراری (۴۵).

- در ساختمان های بلند، راه های خروج اضطراری باید حداقل دارای عرض مفید باشند، مگر آنکه در ضوابط اختصاصی تصرف، عرض بیشتری برای خروج مقرر شده باشد.
- در ساختمان های بلند، برای هر طبقه یا هر بخش از یک طبقه، از جمله طبقات زیر طبقه تخلیه خروج، تامین حداقل دو خروج مجزا و تا حد امکان دور از هم الزامی است.
- در مواردی که چند خروج مقرر می شود، موقعیت خروج ها باید به گونه ای انتخاب شود که برای دسترسی به هر خروج، راهی مجزا و در جهتی جداگانه فراهم باشد.
- مسیرهای خروج اضطراری با توجه به نوع تصرف و تعداد جمعیت در ساختمان طراحی شود.

#### ✓ طراحی روشنایی اضطراری (۴۵).

- روشنایی راه های خروج باید به گونه ای طرح و تنظیم شود که در مواقعی از شبانه روز که بنا مورد تصرف است، روشنایی به طور مداوم و پیوسته برقرار باشد و متصرفان بتوانند راه را به درستی تشخیص داده و مسیر خروج را به راحتی طی کنند. حداقل شدت روشنایی راه های خروج در سطح کف هیچ نقطه ای از جمله گوشه ها،

تقاطع کریدورها، راه پله ها، پاگردها و پای درهای خروج نباید کمتر از ۱۰ لوکس باشد.

- تعداد و موقعیت منابع روشنایی و طرح نورپردازی باید به گونه ای باشد که با خارج شدن یک چراغ یا منبع روشنایی از مدار، هیچ قسمت از راه خروج در تاریکی فرو نرود.

- برق مورد نیاز برای روشنایی مسیرهای خروج باید از منبعی مداوم و مطمئن تامین شود. در مواردی که حفظ تداوم روشنایی مسیرهای خروج به تعویض منبع تامین برق بستگی یابد، این تعویض باید طوری پیش بینی شود که وقفه محسوسی در روشنایی راه های خروج ایجاد نگردد. چنانچه از ژنراتورهای اضطراری استفاده می شود، شبکه باید به طور خودکار عمل نموده و وقفه ایجاد شده در روشنایی، از ۱۰ ثانیه بیشتر نشود.

- ژنراتورهای برق اضطراری باید بتواند به مدت ۱/۵ ساعت، شدت روشنایی مقرر شده را تامین کنند. پس از گذشت این زمان، شدت روشنایی می تواند به ۶ لوکس افت کند.

- سیستم روشنایی اضطراری باید از نوع عملکرد پیوسته یا از نوع عملکرد خودکار بدون واسطه و خود تکرار انتخاب شود.

- در مواردی که برای روشنایی اضطراری راه های خروج، از نیروی باتری کمک گرفته می شود، نحوه طراحی سیستم، نوع باتری ها و چگونگی شارژ شدن آنها باید به تایید مقام قانونی برسد.

۴- براساس نتایج تحقیق مشخص گردید از میان معیارهای مربوطه، معیار سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش اولویت سوم بر اساس خروجی AHP را داراست.

#### ✓ پمپ ها و تاسیسات آتش نشانی

- با توجه به نوع ساختمان پمپی انتخاب که دارای فشار مناسب، دبی مناسب و هد مناسب باشد.

- نگهداری و تعمیرات به صورت دوره ای و منظم انجام شود تا در مواقع اضطراری پمپ ها و تاسیسات آتش نشانی به طور صحیح کار کنند.

- با توجه به وجود هوزریل و فایرباکس در ساختمان ها آموزش های لازم جهت استفاده صحیح به ساکنین داده شود تا در مواقع اضطراری بتوان حریق را مهار کرد.
  - پیشنهاد می گردد از موتور برق اضطراری در کنار پمپ ها استفاده شود تا در هنگام قطع برق بتوان پمپ را در لحظات اولیه راه اندازی نمود.
  - مخزن و ذخایر کافی آب وجود داشته باشد.
- ✓ سیستم های خاموش کننده آتش

- سیستم اطفاء اتوماتیک و دستی موجود در ساختمان ها با توجه به نوع تصرف انتخاب شود.
- نگهداری و بازدید های دوره ای در سیستم اطفاء حریق به صورت منظم انجام شود.

#### ✓ سیستم های هشدار و اعلام آتش

- با توجه به نوع تصرف و ساختمان سیستم اعلام حریق را انتخاب نموده به گونه ای که در دقایق اولیه بتواند وقوع حریق را کشف و محل حریق را نمایش دهد.
- نگهداری و بازدید دوره ای در سیستم های اعلام حریق به صورت روزانه، هفتگی، ماهیانه، فصلی و سالیانه انجام شود.
- جهت آشنایی ساکنین با صدای سیستم هشدار و آژیر به صورت دوره ای به ساکنین آموزش داده شود.
- باتوجه به اینکه امکان وجود ناشنویان در ساختمان وجود دارد از سیستم بصری نیز استفاده شود.

#### ✓ خاموش کننده دستی

- خاموش کننده های آتش نشانی می بایست با انجام سرویس های دوره ای دارای کارایی مطلوب و مطمئن بوده و همواره با شارژ کامل در محل تعبیه شده نصب باشند.
- خاموش کننده مورد استفاده باید دارای نشان استاندارد ملی ایران و یا دارای تاییدیه معتبر بین المللی و مورد تایید سازمان آتش نشانی باشد.

- شناسنامه مربوط به تاریخ بازرسی و شارژ قبلی و تاریخ شارژ مجدد بر روی بدنه خاموش کننده، به صورت خوانا و قابل رویت نصب شده باشد.
- دستورالعمل استفاده از خاموش کننده باید بر روی آن نصب شده و هنگام نصب، به وضوح قابل رویت باشد.
- خاموش کننده باید در طول مسیر خروج نصب شده و مسیر دسترسی به آن کوتاه و عاری از وسایل مزاحم و دست و پا گیر باشد.
- ۵- براساس نتایج تحقیق مشخص گردید از میان معیارهای مربوطه، معیار مهندسی سازه ای ساختمان اولویت چهارم بر اساس خروجی AHP را داراست.

#### ✓ کاربری ساختمان

- ضوابط و تمهیدات ایمنی با توجه به نوع تصرف مشخص شود.
- نظارت بیشتر مراجع ذیصلاح جهت جلوگیری از تغییر کاربری تصرف

#### ✓ مسیرهای دسترسی

- مسیرهای دسترسی نیروهای امدادی (خودروهای آتش نشانی و اورژانس و ...) باید دارای ویژگی زیر باشد:
  - ۱- عرض کافی جهت استقرار خودرو آتش نشانی وجود داشته باشد.
  - ۲- استحکام زمین به گونه ای باشد که تحمل وزن خودروهای آتش نشانی را داشته باشد.
  - ۳- شیب زمینی به گونه ای باشد که نردبان ها و بالابرهای هیدرولیکی بتوانند به خوبی عملیات را انجام دهند.

#### ✓ مصالح مورد استفاده

- با توجه به تصرف از مصالح مقاوم در برابر حریق استفاده شود بالاخص راه های خروج اضطراری از مصالحی استفاده شود که در برابر حریق مقاوم باشند.

- از مصالح ساختمانی مصنوعی مانند رنگ ها، کف پوش ها، پلاستیک ها و شیشه های مقاوم در برابر حریق استفاده شود.

## ۵-۵- پیشنهاداتی برای تحقیقات بعدی

در این مطالعه کوشش شده است تا تمامی ابعاد و شاخص های شناسایی و اولویت بندی ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق مورد تحلیل قرار گیرد اما از آنجا که مطالعات میدانی بسیار اندکی در مجامع آکادمیک به ویژه داخلی در زمینه ارتقاء حفاظت و ایمنی از ساختمان های بلند در برابر حریق صورت گرفته است لذا پژوهشگران آتی می توانند با افزایش طیف مطالعات خود به بهبود مقیاس طراحی شده از طریق شناسایی و تعدیل عامل ها اقدام نمایند. زمینه های زیر جهت مورد کاوی و بهبود تحقیقات بعدی توصیه می شود:

۱. به منظور ارتقاء حفاظت و ایمنی در برابر حریق در یک صنعت یا مطالعه موردی دیگر، این مطالعه می تواند دامنه نتایج را افزایش داده و به عنوان ابزاری، مطالعات آینده را ارتقاء دهند.

۲. برای رتبه بندی معیارها در این مطالعه از تکنیک AHP استفاده شده است. پیشنهاد می شود برای تاثیر مولفه ها نسبت به هم و ارتباط بین آنها از تکنیک ANP استفاده شود.

۳. یکی دیگر از راه کارهای مشابه استفاده از تحلیل رابطه خاکستری که از پیچیدگی کمتری برخوردار است. پیشنهاد می شود برای تعیین وزن معیارها از تکنیک تحلیل روابط خاکستری استفاده شود.

۴. پیشنهاد می شود این تحقیق با هدف "دستیابی به میزان تاثیر عوامل موثر بر ساختمان های بلند مرتبه در کلان شهرهای دیگر که ساختمان های بلند مرتبه دارند" اجرا شود.



## منابع

- [۱] معصوم، جلال؛ علی آبادی، جواد «ضوابط و مقررات ایمنی و آتش نشانی، ضرورت‌ها و تنگناها» فرهنگ ایمنی، سال اول شماره اول، انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور (۱۳۸۰).
- [۲] برهمند، المیرا؛ قدوسی، جمال «بررسی تحقیقات انجام شده در زمینه مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست پارک‌های شهری در ایران» فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۲۷، (۱۳۹۲).
- [۳] نوذر پور، علی «اهداف و ضرورت‌های انتشار»، فرهنگ ایمنی، سال اول، شماره یک، انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور، (۱۳۸۳).
- [۴] احمدی آسور، اکبر «ایمنی» مجله صنعت و ایمنی، شماره ۶۹ (۱۳۸۷).
- [۵] نژاد ناصر، محرم؛ بهمن پور، هومن «بررسی اثرات توسعه شهری بر فضای سبز شهر تهران و ارائه راهکارهای مدیریتی» نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره یازدهم، شماره ۴ (۱۳۸۸).
- [6] A. Coles, A. Wolski, C. Lautenberger, N. Dembsey. Building Code Requirement, Requirement Information for Performance Based Designs, and Fire Modeling of Composite Material. Composites 2006 Convention and Trad Show, American Composites Manufactures association. October 18-20 2006.
- [7] G. Q. Chu, J. H. Sun. Decision Analysis on Fire Safety Design Based on Evaluation Building Fire Risk to Life. Safety Science Journal; 2008, 46, pp 1125-1136.
- [۸] حافظ نیا، م، ر «مقدمه ای بر روش تحقیق در علوم انسانی»، انتشارات سمت، تهران، چاپ هشتم (۱۳۸۸).
- [۹] تقوایی، مسعود؛ کریمی، هادی «نقش آموزش و مشارکت شهروندان در کنترل حریق‌های شهری به منظور برنامه ریزی و مدیریت بحران شهری»، فصل نامه علمی - پژوهشی فضای جغرافیایی، سال یازدهم، شماره ۳۶، (۱۳۹۰).
- [۱۰] سرمد، زهره؛ بازرگان، عباس وحجازی، الهه «روش‌های تحقیق در علوم رفتاری» انتشارات آگاه، (۱۳۸۶).
- [۱۱] عزتی، مرتضی «روش تحقیق در علوم اجتماعی: کاربرد در زمینه مسائل اقتصادی» چاپ اول، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، موسسه تحقیقات اقتصادی (۱۳۷۶).
- [۱۲] آذر، عادل؛ مومنی، منصور «آمار و کاربرد آن در مدیریت (تحلیل آماری)» انتشارات سمت (۱۳۸۸).
- [۱۳] خاکی، غلامرضا «روش تحقیق با رویکردی به پایان نامه نویسی» تهران: کانون فرهنگی انتشارات داریت، چاپ دوم (۱۳۷۸).
- [14] Saaty T.L. (2002) The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill
- [15] Saaty, T.L, 1980, The Analytic Hierachy Process: Planning, Priority Setting, Resource llocation, McGraw- ill, New York, NY, 437 pp.

- [۱۶] قدوسی پور، حسن «مباحثی در تصمیم گیری چند معیاره» تهران: انتشارات صنعتی امیر کبیر، چاپ پنجم، (۱۳۸۷).
- [۱۷] حبیبی، آرش؛ ایزدیار، صدیقه و سرافرازی، اعظم «تصمیم گیری چند معیاره فازی» انتشارات کتبه گیل، (۱۳۹۳).
- [۱۸] زبر دست، اسفندیار «کاربرد فرایند تحلیل شبکه ای در برنامه ریزی شهری و منطقه ای» تهران، نشریه هنرهای زیبا - معماری شهر سازی، شماره ۴۱، ص ۷۹-۹۰، (۱۳۸۸).
- [19] Saaty TL (2005) Theory and applications of the Analytic Network Process. Pittsburgh, PA: RWS ublications. 4922 Ellsworth Avenue. Pittsburgh. PA 15213
- [۲۰] مهرگان، محمد رضا «پژوهش عملیاتی پیشرفته» تهران، نشر کتاب دانشگاهی، چاپ اول، (۱۳۸۳).
- [21] <http://yon.ir/5J78>
- [۲۲] مقاری، محمود «مبانی آتش نشانی» انتشارات سازمان شهرداری های کشور، ۱۳۷۸.
- [۲۳] سلطان دوست، محمد رضا «سیستم های اعلام حریق» یزدا، ۱۳۸۷.
- [24] McGinty, John. Enhancing Building Security: Design Considerations. Library & Archival Security, 21(4), 2008, 115 – 127.
- [۲۵] اگان ام، دیوید «ایمن سازی ساختمان در برابر حریق» ترجمه محمود دیانی، آموزه، ۱۳۸۱.
- [26] Myree, Simone. Fire Suppression and Water Mist Systems. Library & Archival Security. 21(2), 2008, 169 – 176.
- [۲۷] سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران «ضوابط ملاک عمل سامانه های اطفاء حریق» معاونت حفاظت و پیشگیری از حریق، (۱۳۹۵).
- [۲۸] ترجمه شهبازی، کریم الله، بخش ۱۹ نشریه NFPA101 بناهای آپارتمانی»، سازمان آتشنشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران، ویرایش دوم، (۱۳۸۶).
- [۲۹] کریمی مشاور، مهرداد؛ منصوری، سید امیر و ادیبی، علی اصغر «رابطه ی چگونگی قرارگیری ساختمان های بلندمرتبه و منظر شهری» شماره سیزده، سال هفتم (۱۳۸۹).
- [۳۰] حامدی، حیدر «روش های حفاظتی و مقاوم سازی سازه ها در برابر حریق» پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و فنون مازندران، دانشکده مهندسی عمران (۱۳۷۷).
- [۳۱] گلابچی، محمود؛ گلابچی، محمدرضا «مبانی طراحی ساختمان های بلند»، انتشارات دانشگاه تهران، (۱۳۹۲).
- [۳۲] روحانی، مریم «حفاظت از سازه ها و مقاوم سازی در برابر حریق» اولین همایش ملی آتش نشانی و ایمنی شهری (۱۳۹۴).
- [۳۳] کرمانی حصارشهابی، امیر، (۱۳۹۴) اهمیت و جایگاه اجزای سازه ای ساختمان در برابر حریق، همایش ملی آتش نشانی و ایمنی شهری.

[۳۴] افتخاری یزدی، محمد، همکاران، (۱۳۹۴)، طراحی سامانه های فشار مثبت راه پله فرار ساختمان ها با استفاده از مدل شبکه ای، همایش ملی آتش نشانی و ایمنی شهری.

[۳۵] خیر دست، افراسیاب (۱۳۹۴)، استاندارد برای دود کش ها، شومینه ها، هواکش ها و تاسیساتی با سوخت جامد، همایش ملی آتش نشانی و ایمنی شهری.

[۳۶] بشیری، آرش، (۱۳۹۴)، تحلیل ریسک حریق ساختمان، همایش ملی آتش نشانی و ایمنی شهری

[۳۷] قاسملو، فرشید، همکاران، (۱۳۹۴) ساختمان های بلند مرتبه و اهمیت محافظت در برابر آتش سوزی، همایش ملی آتش نشانی و ایمنی شهری.

- [38] P. Sharma, K. Dhanwantri and S. Mehta, (2014), "Evacuation Patterns in High-Rise Buildings", International Journal of Civil Engineering Research. ISSN 2278-3652 Volume 5, Number 3, pp. 255- 260.
- [39] J. Koo, Y.S. Kim, B.I. Kim, K.M. Christensen, A comparative study of evacuation strategies for people with disabilities in high - rise building evacuation, Expert Syst. Appl. 40 (2) (2013) 408-417.
- [40] Z.M. Fang, W.G. Song, Z.J. Li, W. Tian, W. Lv, J. Ma, X. Xiao, Experimental study on evacuation process in a stairwell of a high-rise building, Build. Environ. 47 (2012) 316-321.
- [41] W.Z. Black, Smoke movement in elevator shafts during a high-rise structural fire, Fire Saf. J. 44 (2) (2009) 168-182.
- [42] Mingchun Luo and Kelvin H L Wong, (2006), "EVACUATION STRATEGY FOR SUPER HIGHRISE BUILDINGS"
- [43] W.K. Chow, (2006), "FIRE SAFETY PROVISIONS FOR SUPERTALL BUILDINGS", International Journal on Architectural Science, Volume 7, Number 2, p.57-60.
- [44] Duwe B, Fuchs BD, Hensen-Flaschen J. "Failure mode and effects analysis application to critical care medicine". Critical Care Clinics 2005, 21(1), 21-3.

[۴۵] مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث سوم حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق، ویرایش دوم (۱۳۹۲).

[۴۶] ساروخانی، باقر. درآمدی بر دایره المعارف علوم اجتماعی. انتشارات کیهان، ۱۳۷۰.

[۴۷] سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران، ضوابط ملاک عمل سیستم های کشف و اعلام حریق، معاونت و پیشگیری از حریق، (۱۳۹۱).

[۴۸] سعید بختیاری. استانداردها و مقررات ایمنی ساختمان ها در برابر آتش اولین همایش مهندسی ایمنی و پیشگیری از آتش سوزی. ستاد هماهنگی امور ایمنی و آتش نشانی کشور، تهران، مهر ۱۳۸۰، فصلنامه فرهنگ ایمنی، شماره ۱، زمستان ۸۰، ص ۱۴-۲۲.

[۴۹] یاراحمدی، رسول؛ قلیزاده، عباس؛ جعفری، محمدجواد؛ کوهپایی، علیرضا؛ مهدی نیا، محسن؛ (۱۳۸۸)، «بررسی و ارزیابی عملکرد مقررات ملی ساختمان با رویکرد ایمنی حریق در بخش های بستری یک بیمارستان»، فصلنامه سلامت کار ایران، دوره ۶، شماره ۱.

[۵۰] دستور العمل اجرایی محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش‌سوزی، نشریه شماره ۱۱۲، معاونت فنی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، تهران، ۱۳۷۱.

## پیوست

### باسلام و عرض احترام

پرسشنامه‌ی حاضر جهت انجام پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیمی گرایش HSE تنظیم گردیده است. تجزیه و تحلیل منابع موثر در حفاظت و ایمنی ساختمانهای بلند در برابر حریق نیازمند شناسایی معیارهای مؤثر در ایمنی ساختمان های بلند در برابر حریق می‌باشد. معیارهای مؤثر به ۴ گروه معیارهای اصلی (مهندسی سازه ای ساختمان، سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش، طراحی ایمنی ساختمان، مهارت های رفتاری ساکنین) تقسیم شدند و سپس زیر معیارهای هرکدام از معیارهای اصلی تعیین گردید. با توجه اینکه که همه ی معیارهای مؤثر در حفاظت و ایمنی ساختمان های بلند در برابر حریق دارای وزن یکسان نبوده و میزان اهمیت و تاثیر شان نیز متفاوت است، باید سهم هریک از معیار ها مشخص شود. در این پروژه با استفاده از روش مقایسه زوجی تمامی فاکتورها به صورت دوجه دو باهم مقایسه و اهمیت هر معیار نسبت به معیار دیگر مشخص می‌شود و در نهایت بعد از اینکه ماتریس مقایسه زوجی تشکیل گردید وزن هر گزینه را بطور جداگانه تعیین می‌گردد از جناب عالی به عنوان صاحب نظر در این زمینه تقاضا می‌شود با مقایسه دو به دو معیارها و امتیاز دهی به آنها در دامنه ۱ تا ۹، معیارهایی را که از اهمیت بالاتری در معیار این محدوده برخوردارند، انتخاب نمایید. اهمیت هر عدد در جدول زیر معرفی شده است.

درجه اهمیت	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
وضعیت	مطلقا زیاد	خیلی زیاد	زیاد تا خیلی زیاد	زیاد	نسبتا زیاد	متوسط تا زیاد	متوسط	کم	خیلی کم

اگر اهمیت معیار موجود در سطر بیشتر از ستون باشد، میزان اهمیت با یک عدد صحیح و اگر اهمیت شاخص های موجود در ستون بیشتر از شاخص های واقع در سطر باشد، میزان اهمیت با عدد کسری نشان داده می شود (مقایسه هر معیار با خودش عدد ۱ یا اهمیت یکسان را می پذیرد).

	ستون ۱	ستون ۲	ستون ۳
سطر ۱	۱		
سطر ۲		۱	
سطر ۳			۱

همچنین چنانچه معیار یا زیرمعیاری غیر از موارد ذیل مدنظر تان است قید فرمایید. با تشکر

حامد مبارکی سهرابی

مشخصات پرسش شونده: سیدهادی حجازی

رشته تحصیلی:	مدیریت بحران	مدرک تحصیلی:	کارشناسی ارشد
محل اشتغال:	سازمان آتش نشانی تهران	سمت شغلی:	فرمانده
جنسیت:	مرد	سابقه کار (سال):	۱۵
سن:	۳۷		

خواهشمند است پس از تکمیل آن را به ایمیل [Mobaraki1369@yahoo.com](mailto:Mobaraki1369@yahoo.com) ارسال نمایید.

جدول مقایسه زوجی معیارهای اصلی				
مهارت های رفتاری ساکنین	طراحی ایمنی ساختمان	سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش	مهندسی سازه ای ساختمان	معیار
				B / A
			۱	مهندسی سازه ای ساختمان C۱
		۱	۵	سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش C۲
	۱	۹	۶	طراحی ایمنی ساختمان C۳
۱	۸	۹	۸	مهارت های رفتاری ساکنین C۴

جدول مقایسه زوجی زیر معیارهای مهندسی سازه ای ساختمان				
کاربری ساختمان	مسیرهای دسترسی به ساختمان	استحکام زمین	مصلح مورد استفاده در ساختمان	معیار
				B / A
			۱	مصلح مورد استفاده در ساختمان S۱۱
		۱	۵	استحکام ساختمان S۱۲
	۱	۲	۴	مسیرهای دسترسی به ساختمان S۱۳
۱	۹	۲	۵	کاربری ساختمان S۱۴

جدول مقایسه زوجی زیر معیارهای سیستم های هشدار و خاموش کردن آتش				
پمپ ها و تاسیسات آتش نشانی	سیستمهای خاموش کننده آتش	سیستم های هشدار و اعلام آتش	خاموش کننده های دستی	معیار
				B / A
			۱	خاموش کننده های دستی S۲۱
		۱	۹	سیستمهای هشدار و اعلام آتش S۲۲
	۱	۸	۹	سیستمهای خاموش کننده آتش S۲۳
۱	۶	۴	۵	پمپها و تاسیسات آتش نشانی S۲۴

جدول مقایسه زوجی زیر معیارهای طراحی ایمنی داخلی ساختمان					
طراحی سیستمهای تهویه مطبوع ساختمان	طراحی پله های ساختمان	طراحی جانمایی آسانسور و پله برقی	طراحی مسیرهای خروج اضطراری	طراحی روشنایی اضطراری	معیار
					B A
				۱	طراحی روشنایی اضطراری S۳۱
			۱	۹	طراحی مسیرهای خروج اضطراری S۳۲
		۱	۳	۳	طراحی جانمایی آسانسور و پله های برقی S۳۳
	۱	۵	۷	۹	طراحی پله های ساختمان S۳۴
۱	۹	۴	۲	۹	طراحی سیستمهای تهویه مطبوع ساختمان S۳۵

جدول مقایسه زوجی زیر معیارهای مهارتهای رفتاری ساکنین				
آشنایی با نحوه استفاده از تجهیزات خاموش کننده آتش	آشنایی با نحوه حرکت در دود و تاریکی	آشنایی با نحوه تخلیه اضطراری ساختمان	آشنایی با علائم و نحوه خروج اضطراری	معیار
				B A
			۱	آشنایی با علائم و مسیرهای خروج اضطراری S۴۱
		۱	۶	آشنایی با نحوه تخلیه اضطراری ساختمان S۴۲
	۱	۵	۸	آشنایی با نحوه حرکت در دود و تاریکی S۴۳
۱	۷	۸	۹	آشنایی با نحوه استفاده از تجهیزات خاموش کننده آتش S۴۴



**Abstract:**

This study has been considered to provide solutions to enhance the protection and safety of tall buildings against fire in Tehran. The classification of this study based on an object is an applied research, and the method of the data gathering is descriptive, and between the variety of descriptive research methods, it is located among the case study. The study population included 26 HSE senior managers that expert's questionnaire distributed among them. According to the studies, the research's main criteria has been made of structural engineering of building, alarm systems and extinguish the fire, safety design of building and the behavioral skills of inhabitants. Each of them includes a number of sub-criteria. Using the AHP approach, data analysis was performed. Based on the research results, it has been proved that the behavioral skills of inhabitants with normal weight 0/538 has the highest priority and the sub-criteria "fire-fighting pumps" with normal weight 0/553 was introduced as an important criterion.

Key word: Safety, Fire, Tall Buildings, AHP



**Energy Institute of Higher Education**

Faculty Of Engineering

Department Of Chemical Engineering – HSE

Thesis For

Degree Of Master Of Science ( M.Sc)

**Title:**

**Solutions to enhance the protection and safety of tall  
buildings against fire (Case study of Tehran)**

**Supervisors:**

Dr. Yousef Yasi

Dr. Taher Taherian

**Advisor:**

Dr. Mostafa Adeli Zadeh

**By:**

Hamed Mobaraki Sohrabi

October / 2016

