

روشهای مقابله با آتش در ساختمانها

محمد جواد صحنی^۱

۱- دانشجوی کارشناسی عمران، دانشگاه سمنان

E_mail : m.javad_sohofi@yahoo.com

خلاصه

با توجه به امکان وقوع آتش سوزی در هر ساختمانی و خطرات جانی و مالی آن برای ساکنین ، امروزه روشهایی در مقابله با آتش و به تاخیر انداختن خسارات ناشی از آن در ساختمانها یافت شده است. از روشهای رایج در این زمینه استفاده از رنگهای ضد حریق، دیوارهای مقاوم در برابر آتش و مصالحی مانند ورمیفایر و ورمیکس میباشد. استفاده از این روشها تاثیر آتش سوزی در ساختمان را چند ساعت به تاخیر می اندازد و امکان تخلیه ساکنین را فراهم می کند.

کلمات کلیدی: آتش، دیوار نسوز، ورمیفایر، ورمیکس

مقدمه

در هر ساختمانی خطر آتش سوزی وجود دارد و دستیابی به ایمنی کامل در برابر حریق غیر ممکن است . نقاط آسیب پذیر ساختمان ها معمولا زمانی مورد توجه قرار می گیرد که آتش سوزی جدی با تلفات جانی رخ داده و توجه عموم مردم را به خود جلب کند. آمار آتش سوزی های سالهای اخیر نشان می دهد که بیش از ۶۰ درصد آتش سوزی ها در ساختمان های مسکونی اتفاق افتاده و ۹۰ درصد تلفات مربوط به این قبیل آتش سوزی هاست. (۱)

راه های دستیابی به ایمنی در برابر آتش سوزی و کاهش تلفات و ضایعات :

- ۱- پیشگیری از بروز آتش
 - ۲- ایجاد شبکه های محافظ و اعلام خطر
 - ۳- پیش بینی مسیر فرار
 - ۴- فضا بندی و جداسازی قسمت های مختلف ساختمان
 - ۵- نصب دستگاه های اطفاء حریق
- بدیهی است که پیش گیری در اولویت اول قرار داشته و در صورت عدم موفقیت از سایر روشها استفاده می شود. (۱) یکی از مهمترین عوامل در پیشگیری از بروز آتش ، رعایت مقررات و ضوابط مبحث سوم مقررات ملی ساختمان است . به عنوان نمونه در طراحی ساختمان ، نورگیر باید از دیوار همسایه ۴.۵ متر فاصله داشته باشد. (۲)
- طول مدت زمانی که لازم است سازه در برابر حریق حفظ گردد به موقعیت سازه ، نوع و شرایط پروژه و در دسترس بودن خدمات آتشنشانی در محل بستگی دارد. (۱)

روش های محافظت از ساختمان در برابر حریق :

روش فعال : اجرای سیستم هایی که در زمان آتش سوزی فعال می شوند مانند سیستم اعلام حریق یا سیستم خودکار اطفاء حریق

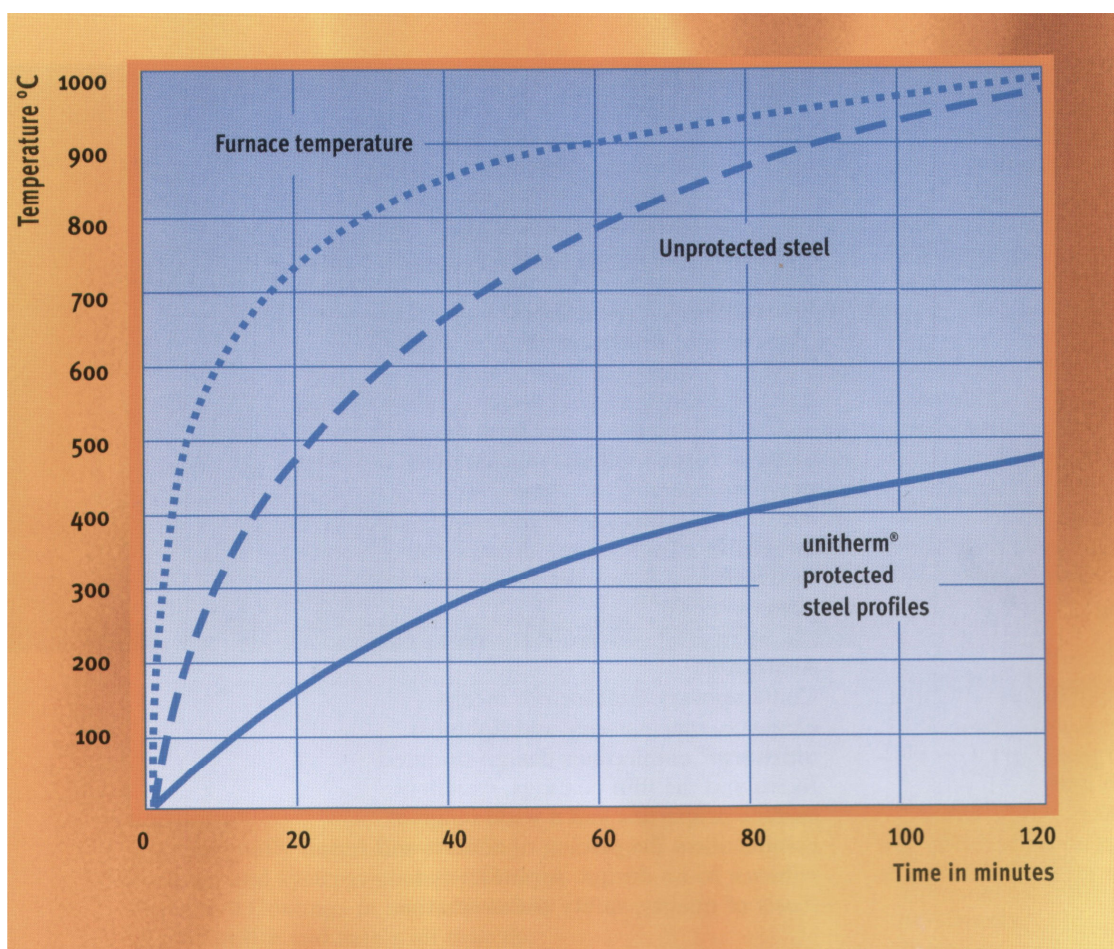
روش غیر فعال : اجرای پوشش ضد حریق بر روی سازه ها به منظور پیش گیری از تخریب آنها در آتش سوزی یا به عبارتی به تاخیر انداختن تخریب

لازم به ذکر است که دو روش فوق مکمل یکدیگر در هنگام آتش سوزی هستند.

رفتار سازه فولادی در آتش :

سازه فولادی بدون پوشش معمولاً ۳۰ دقیقه در برابر حریق مقاومت می کند و این زمان با توجه به نوع آلیاژ فولاد متفاوت است (نمودار ۱). در یک ساختمان چند طبقه فولادی مثلاً چنانچه حریق در پارکینگ اتفاق افتد با توجه به باز بودن فضا و وجود خودرو و وسعت خطر و بدلیل فشار بار وارده بر سازه، تیرها و ستون ها با حرارت حدود ۶۰۰ درجه قابلیت تغییر فرم داشته و کاهش مقاومت مکانیکی و کششی در سازه رخ داده و می تواند واژگونی ساختمان را به دنبال داشته باشد. قابل ذکر است که دمای بحرانی در ستونها ۵۳۸ درجه سانتیگراد و دمای بحرانی در تیرها ۵۹۸ درجه سانتیگراد است.

در این شرایط بدون آنکه حریق به طبقات بالا سرایت نماید، امکان واژگونی ساختمان وجود دارد. پس چنانچه بتوان سیستمی از محافظت کننده ها را روی سازه فلزی اعمال نمود تا در طی مدت زمان مشخص از انتقال حرارت محیط به سطح فلز جلوگیری نماید کار بسیار مهمی صورت گرفته است. البته طول مدت زمان محافظت در برابر حریق به موقعیت سازه و نوع و شرایط پروژه نیز بستگی دارد.



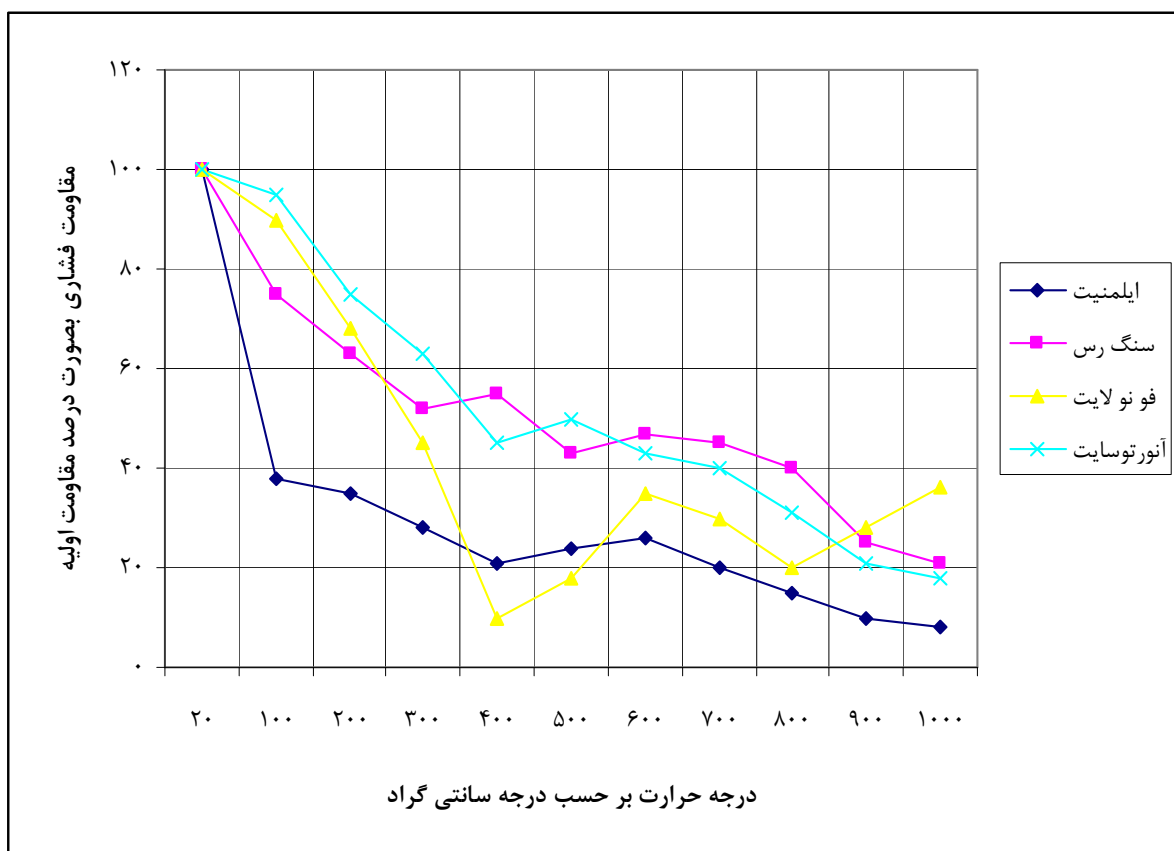
نمودار ۱: مقایسه رفتار فولاد بدون محافظ با فولاد حفاظت شده در برابر آتش

رفتار سازه بتنی در آتش :

بتن به عنوان یک مصالح پر مصرف، مقاوم و پایدار در شرایط جوی مختلف به کار برده می شود. اما کاهش مقاومت مکانیکی بتن در اثر افزایش دما از معضلات رفتار بتن هنگام آتش سوزی است .

در خصوص رفتار بتن در برابر حریق هیچ استاندارد وجود ندارد زیرا نوع و دانه بندی سنگها و میزان سیمان و نسبت آب به سیمان در بتن ها متفاوت است. در نمودار شماره ۲ میزان کاهش مقاومت فشاری بتن در حریق در مورد چند نوع سنگدانه آمده است. (۱)

افزایش دما موجب خرد شدگی بتن همراه با انفجار می شود . پس علاوه بر اثر تخریبی آتش در سازه ، اطفاء آتش توسط آب هم عامل تشدید حالت انفجاری در بتن می شود . ترک و خرد شدگی باعث انتقال حرارت به داخل بتن و میلگرد ها شده و افزایش سریع حرارت را در لایه های داخلی موجب می شود . به عنوان مثال آتش سوزی که در تونل هایی در کشور های آلمان و یا در تونل channel در کشور دانمارک رخ داد ، موجب شدخامت بتن از ۴۵ سانتیمتر به ۵ سانتی متر کاهش پیدا کند .



نمودار ۲: میزان کاهش مقاومت فشاری بتن در مقابل حرارت

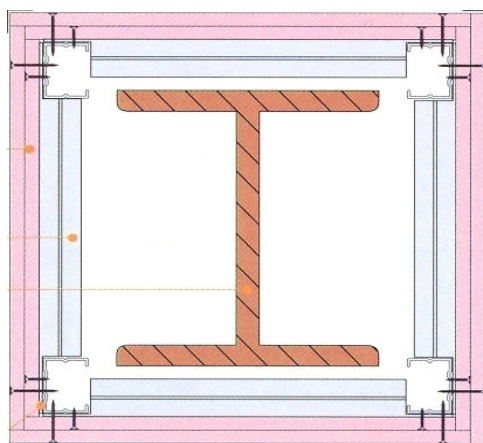
انواع پوشش های ضد حریق :

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| ۱- برد های نسوز | Fire resistant board material |
| ۲- پوشش های پف کننده | Intumescent coatin |
| ۳- ملات های سیمانی | Cementous based spray plaster |

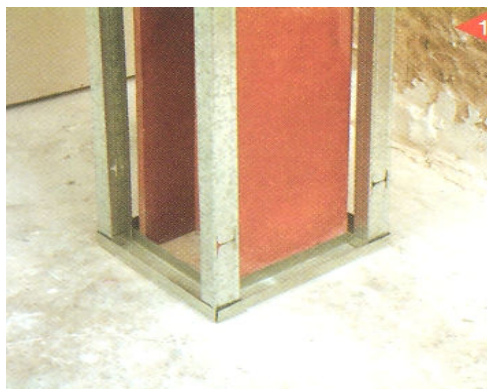
در واقع مقاومت انواع پوشش ها به خاطر خاصیت انتقال حرارتی بسیار پایین مواد تشکیل دهنده آنها است . مکانیسم کلی این موارد به این صورت است که در اثر افزایش حرارت به محصولات جانبی فعالی تبدیل شده و سطح زیرین خود را از حرارت حفظ می کنند . در هنگام آتش سوزی با تولید گاز های غیر آتش گیر مثل دی اکسید کربن ، آمونیاک و بخار آب ، تشکیل لایه مذاب شیشه ای عایق یا ایجاد یک لایه اسفنجی یا جذب حرارت توسط عمل تصعید ، از گسترش و آسیب آتش جلوگیری کرده و آن را به تاخیر می اندازد. (۱)

برد های نسوز: Fire resistant board material

برای جدا سازی قسمت های مختلف ساختمان و جلوگیری از گسترش آتش باید از دیوار های مقاوم استفاده نمود . صفحات مقاوم در برابر حریق کناف (FR) به طور خاص جهت حفاظت سازه های فلزی و پوشش تیر و ستون ها در برابر حریق طراحی شده اند. این صفحات یک لایه عایق هستند که با پیچ و مهره های مخصوص به سطوح فولادی و چوبی بسته می شوند (شکل ۱) در این روش از صفحات مقاوم بر روی یک زیر سازی فلزی سبک از نوع پروفیل هایی با مقاطع C و u شکل استفاده می شود (شکل ۲) پس از نصب صفحات ، جهت درز گیری از نوار ها و بتونه درز گیر کناف استفاده می شود. (۳)



شکل ۱: نصب صفحات با پیچ و مهره های مخصوص به پروفیل فولادی



شکل ۲: یک زیر سازی فلزی سبک از نوع پروفیل هایی با مقاطع C و u شکل

این ساختار با استفاده از روش های سریع ساخت و ساز خشک (DRY WALL) و مصالح مصرفی ، مقاومتی حداکثر تا ۳ ساعت را برای تیر و ستونها فراهم می کند . پوشش های تیر و ستون با زیر سازی فلزی کناف برای هرگونه سازه فلزی و تیر و ستون قابل استفاده است و مقاومت سازه فلزی را در برابر آتش تا ۱۸۰ دقیقه زیاد می کند . در واقع با استفاده از یک سری صفحات مقاوم در برابر حریق از نوع Fire board ، یک پوشش سریع برای سازه های فلزی به همراه مقاومت در برابر آتش مستقیم ایجاد می شود. (۳)

پوشش های پف کننده : Intumescent coating

این مواد مانند رنگ هستند ولی ضخامت بیشتری دارند. البته اکثر رزین هایی که برای تولید رنگ ها بکار می روند خود آتش گیر هستند ولی در این رنگ ها از رزین هایی استفاده شده است که در ترکیبشان از اتم های کلر و نیتروژن بهره برده اند که خاصیت آتش گیری رزینها از بین رفته است. مواد اصلی تشکیل دهنده این پوشش ها عبارتند از : ۱- رزین هایی که تولید گاز غیر آتش گیر HCL یا HBr میکنند. ۲- رزین هایی که فاقد ترکیبات هالوژنی مثل سیلیکونها و آکریلات ها البته رزین نباید آنقدر سخت و غیر قابل انعطاف باشد که با سایر مواد موجود در پوشش ناسازگاری داشته باشد و باید خواص یک رنگ مانند دوام، خاصیت ضد خوردگی، قابلیت اعمال آسان، ظاهر زیبا و مقاومت در برابر عوامل محیطی را داشته باشد. (۱)

این رنگ ها با ابزاری مثل دستگاه پاشش بر روی کلیه سطوح با هر زاویه و شکستگی قابل اعمال می باشند. این پوشش با ضخامت خشک تقریبی در حد میکرون بر روی کلیه سطوح فلزی و بتنی و چوبی و اطراف کابل ها قابل اجراست. در اثر حرارت ناشی از آتش منبسط شده و پف می کند و ضخامت آنها ۲۰ تا ۵۰ برابر شده و در نهایت به شکل یک لایه اسفنجی فوم مانند بر روی سطح باقی مانده و مانع از رسیدن دمای سازه به حد بحرانی و تخریب و تغییر شکل آن می شود و توسعه آتش را به تاخیر می اندازد.

نقاطی از سطح که بوسیله پوشش های ضد حریق پف کننده پوشانده شده است اگر در معرض ضربه قرار گیرد و نیاز به ترمیم داشته باشد، می توان به آسانی و با قلم مو سطح را ترمیم کرد. سطح نهایی این نوع پوشش سطحی صاف است و نیاز به هموار کردن سطح نیست. این پوشش فضایی را اشغال نمی کند و می توان از حد اکثر فضا جهت بهره برداری استفاده کرد (۶). این رنگ می تواند در هر زمان و طی سالیان متمادی اعمال مجدد گردد. قبل از رنگ زدن در سازه فلزی، فلز باید خشک و خالی از هرگونه آلودگی باشد و چرب نباشد.

یک سیستم پوشش ضد حریق بایستی دارای ویژگیهای زیر باشد :

- اثر مقاومت آن در برابر حریق در پایان مدت نباید به طور ناگهانی افت کند.
- در برابر شوک های حرارتی و همچنین آب و مواد خاموش کننده حریق مقاوم باشد.
- در سطح زیرین اثر خوردگی نداشته باشد.
- هنگام گسترش آتش، با ایجاد بخارات سمی و یا شکستن و خرد شدن ایجاد خطر نکند.
- مواد مصرفی در آن باید با دوام و قابل ترمیم باشند.
- از نظر اقتصادی هم باید مقرون به صرفه باشد. (۱)

این رنگ ها انواع مختلفی دارند که در شرایط مختلف می توان بنا به شرایط از یک نوع خاص استفاده نمود. در اینجا به عنوان نمونه یکی از این رنگها به نام FR-1300 معرفی می گردد.

رنگ FR-1300 یک ماده قلیایی و غیر سمی می باشد که به عنوان یک پوشش پف کننده بکار می رود. این ماده به طور مستقیم بر روی قطعات مورد نظر زده می شود و از سازه در مقابل آتش حدود ۱۰۰ تا ۱۲۰ دقیقه محافظت می نماید. در اثر شعله مستقیم این ماده ۷۰ تا ۸۰ برابر حجیم تر شده و پوشش ضخیم و خشکی در مقابل حرارت ایجاد می کند. از این ماده در ساختمانهای عمومی، انبار ها، هتل ها و بیمارستان ها می توان استفاده کرد و قابلیت اجرا در سطوح مختلفی مثل بتن، فلزات، چوب، سنگ پلاک و غیره را دارا است (۵).

FR-1300 پس از اجرا باید مدتی به صورت ناپوشیده رها شود و در عین حال باید از مجاورت با باران و رطوبت محافظت شود و جهت گیرش باید مدت حداقل ۷ روز هیچ رویه و ماده دیگری به آن زده نشود. قبل از اجرای این رنگ در سازه فلزی، سطح فلز باید خشک و خالی از هرگونه آلودگی باشد و چرب هم نباشد. برای این منظور می توان سطح را با فشار زیاد آب شستشو داد. همچنین این مواد قبل از اجرا باید مخلوط شده و هم زده شود و برای این منظور، قبل از اجرا توسط مخلوط کن آن را کاملا بهم می زنند تا یکپارچگی خود را به دست آورد. البته باید توجه شود که از رقیق کننده ها در آن نباید استفاده شود. (۵)

همچنین شرایط محیطی زیر هم باید فراهم باشد :

- درجه حرارت هوا زیر ۱۰ درجه سانتی گراد نباشد.
- درجه حرارت سطح فلز از ۳ درجه سانتی گراد کمتر نباشد.
- رطوبت هوا بیشتر از ۸۵ درصد نباشد.
- سرعت باد بیشتر از ۷ متر بر ثانیه نباشد. (۵)

ملات های سیمانی: Cementous based spray plaster

این ملات ها به دو نوع ورمیفایر و ورمیکس می باشد . ورمیکولیت از مهمترین اجزاء ورمیفایر است که بسیار سبک و طلائی رنگ می باشد . این ماده معدنی ، مقاوم به اسید ها و بازها بوده و عایق حرارت و صوت می باشد و به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی به عنوان ضد حریق منحصر به فرد در دنیا جایگاه ویژه ای دارد . ورمیکولیت در کیسه های نسوز با نام fire stop موجود است . در آزمایشگاه ورمیفایر توانسته در برابر آتش ۱۲۰ تا ۲۵۰ دقیقه تحمل داشته باشد. از ورمیفایر می توان جهت حفاظت سازه های فلزی و مکان هایی که در هنگام آتش سوزی به عنوان مسیر امن هستند استفاده کرد. (۴)

مزایای ورمیفایر :

- کاهش انتقال حرارت در هنگام آتش سوزی
- عدم تولید دود و گاز سمی هنگام آتش سوزی
- مقاومت در برابر شوک های حرارتی
- عدم روندگی آتش بر روی سطح پوشش ضد حریق
- یکپارچگی پس از اجرا
- ماندگاری
- سبکی
- امکان ترمیم ساده
- قابلیت اجرای ساده (۴)

ورمیکس :

ملاتی است سبک ، عایق حرارت و صوت و در بسته های ۲۵ کیلوگرمی مثل سیمان موجود است . این ماده کاملاً معدنی بوده و هیچ افزودنی شیمیایی ندارد. مقاومت در برابر حریق تا دمای ۱۲۰۰ درجه را دارد و دود و گاز تولید نمی کند. صد در صد قابلیت بازیافت دارد و به طبیعت بر می گردد. (۴)

نکات اجرایی :

- ۱- با آب مخلوط شده و به دو روش دستی و پاشش استفاده می شود .
- ۲- پس از خشک شدن به صورت عایقی سبک و متخلخل در می آید .
- ۳- هر کیسه ۲۵ کیلویی مساحت ۵ متر مربع به ضخامت ۱ سانتی متر را پوشش می دهد .
- ۴- چسبندگی آن مانند ملات های ساختمانی است .
- ۵- برای کلیه سطوح مثل سفال و آجر و بلوک سیمانی و گچ قابل اجراست .
- ۶- نیازی به اجرای گچ خاک نیست و گچ خاک اجرا نمی شود .
- ۷- بر روی سطوح داخلی و خارجی به کار می رود .
- ۸- مثل یک ملات سبک به راحتی بر روی رابیتس و مش قابل اجراست .
- ۹- امکان رنگ آمیزی آن وجود دارد .

مزایای ورمیکس :

- ۱- کاملاً عایق است و نیاز به دیوار دو جداره نیست تا عایق کاری انجام شود.
- ۲- سهولت در اجرا : نیاز به تیم تخصصی ندارد و مثل ملات گچ و سیمان اجرا می شود.
- ۳- مقرون به صرفه : به دلیل حذف عملیات گچ خاک ، یعنی علاوه بر عایق کاری هزینه اجرای گچ خاک از هزینه کل ساختمان حذف می شود.
- ۴- کاهش زمان پروژه: دو عمل عایق کاری و گچ خاک در یک زمان انجام می شود . از طرفی کاهش زمان ، کاهش هزینه را نیز در بر دارد .
- ۵- کاهش وزن ساختمان: ۷۰٪ از گچ خاک سبک تر است.
- ۶- می توان آن را ضد آب نمود.
- ۷- عدم افت کیفیت در طی زمان: بر خلاف بسیاری از عایق ها، هیچگونه تغییر فیزیکی و شیمیایی و افت کیفیت ندارد.

- ۸- هیچگاه ترک نمی خورد.
- ۹- ترمیم ساده: پس از تخریب و تعمیرات ساختمان، در محل تعمیر شده اجرا و یکپارچگی مجدد سطح به دست می آید.
- ۱۰- به دلیل معدنی بودن و غیر مضر بودن در ساختمان های در حال سکونت هم می تواند استفاده گردد.
- ۱۱- ضد حشرات و قارچ و باکتری است.
- ۱۲- در هنگام حریق از مصالح فلزی و کابل و ... به خوبی محافظت می کند.
- ۱۳- از انتشار آتش و حرارت به اتاق مجاور و طبقات دیگر جلوگیری می کند.
- ۱۴- یکپارچه است و هیچ شکافی در آن ایجاد نمی شود و اتلاف انرژی ندارد.
- ۱۵- در دیوار های 3Dpanel اگر به جای بتن استفاده شود، تا ۷۵٪ از وزن دیوار را کم می کند. همچنین در سقف های بلوکی پلی استایرن از ریزش سقف در هنگام آتش سوزی جلوگیری می کند.
- ۱۶- در سطوحی که شوره بوجود می آید مثل گچ و سیمان، میتوان مصالح را تا حدی برداشت و از ورمیکس استفاده کرد، تا شوره مجدداً به سطح نفوذ نکند.
- ۱۷- به عنوان عایق صوت در سینما ها و اتاقک آسانسور هم می توان از آن استفاده کرد.
- ۱۸- در رنگ های مختلف و در بناهای تاریخی می توان از آن استفاده کرد. (۴)

پارامتر های موثر در تعیین ضخامت پوشش :

اولین پارامتر موثر نسبت محیط سازه فولادی مورد نظر به سطح مقطع آن است. بدیهی است که یک قطعه فولادی با جرم بیشتر و محیط کوچکتر مقاومت دمایی بالاتری دارد. برای مثال سازه ای با نسبت $300 M^{-1}$ ، که محیط بزرگ و سطح مقطع کوچکتری دارد، مقاومت کمتری نسبت به سازه ای با نسبت $160 M^{-1}$ دارد و به ضخامت بیشتری از مواد محافظ در آن نیاز می باشد (۱)

دومین عامل مهم در تعیین ضخامت مورد نیاز یک پوشش ضد حریق، دمای بحرانی سازه است زیرا همانطور که ذکر گردید، وقتی سازه فولادی در برابر آتش قرار می گیرد، به تدریج قابلیت تحمل خود را از دست می دهد. (۱)

عامل سوم در تعیین ضخامت، مدت زمان مورد نیاز برای مقاومت در برابر حریق است که به عواملی مثل فاصله از ایستگاه آتش نشانی، تعداد طبقات ساختمان، میزان مواد قابل اشتعال و نوع حریق احتمالی در آن سازه بستگی دارد. (۱)

در انتخاب نوع پوشش موارد زیر قابل توجه است :

- ۱- نوع کاربری فضا: نوع کاربری فضا و مواد نگهداری شده در محل در انتخاب نوع پوشش تعیین کننده می باشد. به عنوان مثال در جاهایی که نیاز به فضای بیشتر است، از رنگ که کم حجم تر می باشد، استفاده می شود.
- ۲- صرفه اقتصادی: از نظر اقتصادی قیمت تمام شده پودر یا ملات بیشتر است.
- ۳- نوع نازک کاری: نوع نازک کاری و پوشش هایی که در آینده می خواهد استفاده شود در انتخاب نوع پوشش تعیین کننده است
- ۴- زمان اجرای پروژه: از نظر زمانی رنگ از موارد دیگر سریع تر اجرا می گردد.

نتیجه گیری :

در مقاله حاضر به اهمیت و راهکارهای مقابله با اثرات سریع آتش در سازه و مصالح پرداختیم و به طور خلاصه به نتایج زیر دست یافتیم:

فولاد و بتن که از مصالح اصلی در ساختمان سازی می باشند، رفتارشان در برابر آتش بسیار ضعیف است و کاهش مقاومت بسیاری در آنها مشاهده می شود.

اولین قدم در مقابله با آتش، پیشگیری از وقوع آن و رعایت ضوابط و مقررات ملی ساختمان در احداث ساختمان می باشد. در مراحل بعدی میتوان از روشهایی مثل استفاده از رنگ های پف کننده، دیوارهای نسوز، و پودر های ورمیفایر و ورمیکس به صورت ملات استفاده کرد. انتخاب یکی از این راهکارها به شرایط اقتصادی، شرایط محیطی و جغرافیایی، معماری ساختمان، کاربری ساختمان و عوامل دیگر بستگی دارد.

تقدیر و تشکر :

در پایان از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر علی خیرالدین که از راهنمایی های ارزنده ایشان بهره ی فراوان بردم ،کمال تشکر را دارم .
همچنین از همکاری شرکت رنگ الوان و رنگین زره و پدram که با بنده همکاری نموده اند تقدیر می نمایم.

منابع:

- (۱) قره ویسکی ، غلامرضا ؛ " کتاب شناخت رنگ " چاپ دوم _ نیکتاب _ ۱۳۸۲
- (۲) مبحث سوم مقررات ملی ساختمان : حفاظت ساختمانها در برابر حریق
- (۳) راهنمای کناف ایران

- (4) <http://www.gilanmica.com>
- (5) E-mail: info@pedramgrp.com
- (6) <http://www.lafgroup.com>