

یک روش کارگاهی ساده برای تشخیص پلی استایرن معمولی از نوع خود خاموش شو

پلی استایرن منبسط شده باید دارای گواهینامه فنی از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن و یا مهر استاندارد باشد . تولید کننده باید تمام محصولات خود (مانند بلوک های سقفی) را مهر نماید . تاریخ تولید ، نام تولید کننده ، کند سوز بودن محصول و سایر مشخصات ضروری (مانند حداقل چگالی) باید بر روی تمام بلوک ها چاپ یا برجسب شود . در صورت استفاده از چاپ یا برجسب این کار باید به نحو تثبیت شده صورت گیرد به گونه ای که امکان پاک شدن یا برآمدن ساده در حین نقل و انتقال یا سوء استفاده توسط افراد وجود نداشته باشد .

با وجود این چنانچه مهندسین ناظر و مجریان برای اطمینان از خود خاموش شو بودن محصول ، قصد آزمایش ساده در کارگاه ساختمانی را داشته باشند . می توانند به روش زیر اقدام نمایند :

در یک محیط مناسب برای آزمایش ، یک یا چند قطعه از محصول پلی استایرن مورد نظر (EPS یا XPS) مثلاً به شکل تخته با ابعاد تقریبی یک متر یا کوچکتر آماده شود . یک شعله کوچک مانند مشعل کوچک عایق رطوبتی را به قسمتی در پایین قطعه برده و کمی صبر نمایید . سپس شعله را از قطعه دور کنید روی محصول تقریباً بلافاصله خاموش شود . محصول می تواند از نوع خود خاموش شو باشد . در صورتی که شعله بر روی محصول ادامه و گسترش یابد از نوع معمولی و غیر قابل قبول است . برای اطمینان از صحت آزمون این کار را با رعایت نکات ایمنی (مثلاً دور بودن از مواد قابل

اشتعال در کارگاه) چند بار تکرار کنید . مراقب جریان باد یا نظیر آن باشید تا آزمایش را دچار خطا نکند در صورت هرگونه تردید محصول مورد نظر برای آزمون استاندارد به مرکز ساختمان و مسکن ارسال شود .

ضوابط ایمنی در برابر آتش برای دیوارهای ۳D

ضوابطی که در زیر ارائه می شود باید برای تولید و اجرای دیوارهای ۳D از نظر ایمنی در برابر آتش رعایت شود . بدیهی است که علاوه بر تطابق با این ضوابط رعایت کامل مقررات ملی ساختمان و آئین نامه های مصوب مرتبط ضروری می باشد .

*پلی استایرن منبسط شده مورد استفاده باید از نوع کندسوز (خود خاموش شو) باشد

توجه : اصولاً استفاده از پلی استایرن منبسط شده معمولی در ساختمان مجاز نیست و حتماً همیشه فقط باید از نوع خود خاموش شو استفاده شود .

*مقاومت دیوار در برابر آتش مطابق با الزامات مقررات ملی و آیین نامه های مصوب باید تأمین شود .

*لایه پلی استایرن بین واحدهای مستقل نباید امتداد داشته باشد و حتماً باید به وسیله مصالح غیر قابل سوختن با مقاومت کافی در برابر آتش قطع شود .

*لایه پلی استایرن باید در محل سیستم کف/سقف قطع شده بین طبقات امتداد نداشته باشد . از جمله هرگونه امتداد عمومی لایه پلی استایرن در دیوارهای خارجی ، سقف های پلکان ، آسانسور و نظایر آنها باید در محل کف/سقف قطع شود .

چنانچه هرگونه سوراخ یا گشودگی در دیوارهای با مقاومت الزامی در برابر آتش ایجاد شود (مثلاً برای عبور تأسیسات گشودگی باید به نحو مناسب ، آتش بندی شود . به گونه ای که درجه مقاومت در برابر آتش دیوار کاهش نیافته و ضمناً لایه پلی استایرن منبسط شده در برابر آتش کماکان محافظت شود .

ضوابط فنی برای استفاده از بلوک های سقفی پلی استایرن منبسط شده در سیستم سقف تیرچه

بلوک

بلوک های سقفی از نوع پلی استایرن منبسط شده (که با نام های یونولیت و پلاستوفوم نیز شناخته می شود) در صورتی عملکرد مناسب و قابل قبول خواهند داشت که مواردی از قبیل ایمنی در برابر آتش ، رواداری های ابعادی ، مقاومت مصالح شکل هندسی و روش اجرایی مناسب در آن رعایت گردد . بنابراین لازم است تا مشخصات بلوک تولیدی با ضوابط زیر انطباق داشته و در اجرا نیز از روش ها و محافظت های صحیح استفاده شود .

توجه : بدیهی است که سیستم سقف تمام شده باید علاوه بر تطابق با این ضوابط مانند هر سیستم ساختمانی دیگری از طرح و اجرای مناسب برخوردار بوده و به طور کامل با مقررات ملی ساختمان و کلیه ضوابط و آیین نامه های مصوب مرتبط مطابقت نماید .

۱) الزامات ایمنی در برابر آتش

*تنها استفاده از انواع کندسوز شده (خود خاموش شو) پلی استایرن منبسط شده دارای گواهینامه فنی از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مجاز بوده و استفاده از انواع غیر کند سوز ممنوع است .
بلوک های دارای گواهینامه فنی مرکز باید دارای مهر کارخانه باشند بنابراین مهندسین ناظر برای اطمینان از این موضوع می توانند فاکتور خرید ، کپی گواهینامه فنی تولیدکننده و وجود مهر کارخانه روی تمام بلوک ها را کنترل نمایند .

*برای محافظت از بلوک سقفی پلی استایرن و جلوگیری از برخورد مستقیم هرگونه حریق احتمالی با بلوک لازم است تا زیر سقف به وسیله پوشش مناسب محافظت شود . به عنوان نمونه پوشش های زیر قابل قبول است « اندود گچ یا پوشش های محافظت کننده در برابر آتش با پایه گچی به ضخامت حداقل ۱/۵ سانتی متر که به نحو مناسب و مستقل از بلوک به سقف سازه ای مهار شده باشد » لازم به تأکید است که اتصال مستقیم اندود به بلوک با هر شکل هندسی اعم از معمولی انواع شیر به تنهایی و بدون استفاده از اتصالات مکانیکی به هیچ وجه مجاز نمی باشد بلکه باید از اتصالات

مکانیکی مهار شده به تیرها و تیرچه ها (نظیر سیستم رابیتس) استفاده شود . به منظور آشنایی بیشتر مهندسی محترم یک نمونه جزئیات اجرایی قابل قبول در شکل ۱ آورده شده است .

۲) الزامات مکانیکی

*حداقل مقاومت بلوک های تولیدی (با عرض ۵۰ سانتی متر) در برابر بارهای حین اجرا باید برابر با ۲۰۰ کیلوگرم به ازای هر ۳۰ سانتی متر طول بلوک باشد . این بار باید در نواری به عرض حداکثر ۷ سانتی متر در وسط بلوک اعمال شود .

توجه : آزمایش ها نشان داده است که به علت تفاوت های موجود در مواد اولیه و فرایند تولید چگالی دقیقی برای کسب مقاومت مذکور در فوق نمی توان مشخص کرد با این وجود به عنوان یک راهنمای کلی به عنوان مثال انتظار می رود که در صورت تولید مناسب بلوک های با عرض ۵۰ و ارتفاع ۲۵ سانتی متر با چگالی حدود ۱۳-۱۴ کیلوگرم بر متر مکعب مقاومت مورد نیاز کسب شود . ضمناً با فرض شرایط یکسان از نظر مواد اولیه فرایند تولید و ضخامت بلوک هرچه که عرض بلوک افزایش یافته یا ارتفاع آن کاهش یابد به چگالی بیشتری برای کسب مقاومت لازم نیاز خواهد بود .

*استفاده از بلوک های با طول کمتر از ۳۰ سانتی متر ممکن است خطر شکست بلوک را در حین اجرا در پی داشته باشد . لذا به مصرف کنندگان توصیه می شود از به کار بردن بلوک های با طول

کمتري خودداري نمايند . همچنين هرگونه توليد و با ارائه بلوک های به طول کمتر از ۳۰ سانتی متر به مصرف کنندگان ممنوع است .

*استفاده از بلوک های توخالی با طول کمتر از بلوک کامل (برش آن به قطعات کوچکتر از یک بلوک کامل) ممنوع است .

*برای بلوک های دارای حفره که در ابتدا و انتهای دهانه یا در مجاورت پل های اصلی یا در مجاورت تیرهای عرضی و یا در هر محلی که امکان ورود بتن به داخل حفره ها وجود داشته باشد . قرار می گیرند به منظور جلوگیری از سنگین شدن سقف و هدر رفتن بتن باید تمهیدات لازم برای بستن حفره های بلوک به وسیله درپوشها با پرکننده های مناسب به نحو مطمئن به عمل آید تا از ورود بتن به داخل آن جلوگیری شود و یا اصولاً در این قسمتها از بلوک های توپر استفاده شود .

۳) الزامات ابعادی

*عرض لبه نشیمن بلوک ها در محل قاعده باید ۲-۲۷ میلی متر باشد . از آن جایی که افزایش عرض لبه نشیمن این نوع بلوک ها (در مقایسه با بلوک های سفالی و بتنی) سبب کاهش عرض موثر جان تیرچه بتنی می گردد لذا برای جبران آن توصیه می شود عرض فوندوله تیرچه در هنگام ساخت حداقل برابر ۱۴ سانتی متر در نظر گرفته شود .

*رعایت پخی در دو لبه فوقانی به ارتفاع ۵ و قاعده ۵ سانتی متر به منظور تسهیل در عبور بتن به داخل تیرچه ها توصیه می شود .

*حداکثر رواداری طول ، عرض و ضخامت بلوک از مقدار اسمی اعلام شده به شرح زیر باشد :

طول بلوک در هر نقطه حداکثر ۵+ میلی متر به ازای هر متر طول اسمی بلوک و عرض بلوک حداکثر ۳+ میلی متر با عرض اسمی بلوک می تواند تفاوت داشته باشند . ضخامت هیچ نقطه اندازه گیری شده از بلوک نباید بیش از ۵+ میلی متر با مقدار اسمی تفاوت داشته باشد .

*کلیه لبه های بلوک ها (به غیر از محل های پخی در لبه های فوقانی) باید گونیا باشد . رواداری مجاز برای انحراف از گونیا بودن لبه های طولی و عرضی حداکثر ۵+ میلی متر به ازای هر ۱۰۰۰ میلی متر طول یا عرض نمونه می باشد . حداکثر انحراف از گونیا بودن لبه ضخامت ۲+ میلی متر می باشد .

۴) مشخصات ظاهری

*بلوک ها باید دارای ظاهری سالم و یکپارچه باشند . سطح بلوک باید نسبتاً صاف باشد و بین دانه های پلی استایرن فاصله مشخص ظاهری وجود نداشته باشد .

*لازم است تا تاریخ تولید ، نام تولید کننده ، کندسوز بودن محصول ، حداقل چگالی و اندازه های طول ، عرض و ضخامت بلوک بر روی تمام بلوک های تولیدی کارخانه چک یا چاپ یا برچسب شود .

در صورت استفاده از چاپ یا برچسب ، این کار باید به نحو شده صورت گیرد . به گونه ای که امکان شدن با برآمدن ساده در حین مثل و انتقال یا سوء استفاده توسط افراد وجود نداشته باشد .

شکل ۱ : یک نمونه جزئیات اجرایی قابل قبول برای اجرای اندود زیر بلوک سقفی پلی استایرن (

حداکثر فواصل مفتول ها برای اتصال رابیتس به تیرچه ، ۱۵ سانتی متر باشد)

*از آنجایی که دیوارهای بین واحدهای مستقل (مانند دیوار بین آپارتمان های مسکونی یا واحدهای تجاری ، اداری مستقل و غیر عادی هر ساختمان نباید دارای مقاومت در برابر آتش در این محل ها باید بلوک های پلی استایرن حریق بند استفاده شود . به گونه ای که بلوک های پلی استایرن در این قسمت ها بین دو فضای مجاور پیوستگی نداشته باشند و از گسترش هرگونه حریق احتمالی بین دو فضایی که به وسیله دیوار مقاوم در برابر آتش از یکدیگر جدا شده اند جلوگیری گردد . عنوان راهنمایی ، لازم به ذکر است که برش و حذف پلی استایرن در این قسمت ها می توانند به دو روش زیر صورت گیرد :

*پس از بتن ریزی و پیش از رابیتس بندی مورد نیاز برای سقف

*در نظر گرفتن تمهیداتی در قالب بندی سقف پیش از بتن ریزی

*انبار کردن بلوک ها در کارگاه ساختمانی بلوک های پلی استایرن منبسط شده در محل کارگاه

ساختمانی به دور از هرگونه مواد قابل اشتعال (نظیر رنگ ها حلال ها یا زباله های قابل اشتعال)

نگهداری شوند . محل نگهداری باید به گونه ای باشد که از احتمال ریزش یا تماس براده های داغ یا جرقه های ناشی از جوشکاری با هرگونه شی داغ دیگر با بلوک ها در کارگاه ساختمانی پیشگیری شود . محل انبار کردن اصلی بلوک ها حتی الامکان به دور از محل عملیات ساختمانی باشد تا از سرایت هرگونه شعله یا حریق احتمالی به محل انبار اصلی جلوگیری شود .

*توصیه می گردد که از انبار کردن بلوک ها در کارگاه ساختمانی به حجم بیش از ۶۰ متر مکعب خودداری شود . در صورت نیاز به انبار کردن مقادیر بیش از ۶۰ متر مکعب بلوک ها به قسمت های با حجم حداکثر ۶۰ متر مکعب تقسیم شده و بین هر دو قسمت حداقل ۲۰ متر فاصله وجود داشته باشد .

*کلیه کارگران و کارکنان باید نسبت به عدم استفاده از هرگونه شعله و نیز عدم استعمال سیگار در مجاورت محل نگهداری بلوک ها توجیه شوند و استفاده از تابلوی استعمال دخانیات ممنوع در مجاورت محل نگهداری بلوک ها الزامی است . تعدادی کپسول آتش نشانی نیز در نزدیکی محل نگهداری بلوک ها پیش بینی شود .

ضوابط و توصیه های کلی برای دیوارهای بتنی دارای قالب های عایق ماندگار (ICF) از نظر ایمنی

در برابر آتش

از آن جایی که انواع مختلفی از این سیستم ها وجود دارد برخی ضوابط اختصاص برای هر یک از این محصولات حاکم است که ارائه تمام در این جا میسر نیست در عین حال ضوابط کلی ایمنی در برابر آتش که برای این سیستم ها صادق است در زیر ذکر می شود :

* پلی استایرن باید از نوع کندسوز (خود خاموش شو) باشد .

توجه : اصولاً استفاده از پلی استایرن منبسط شده معمولی در ساختمان مجاز نیست و حتماً همیشه فقط باید از نوع خود خاموش شو استفاده شود .

*محافظت از بلوک پلی استایرن به وسیله پوشش مانع حرارتی مناسب صورت گیرد . به عنوان مثال می توان از یک اندود یا تخته گچی حدود ۱۳ میلی متر یا سایر مصالح که از نظر مقاومت در برابر دمای بالا معادل آن باشد استفاده نمود .

*پوشش محافظت کننده باید دارای اتصال مکانیکی به سازه باشد و چسباندن آن به پلی استایرن به تنهایی قابل قبول نیست .

*در دیوارهای ICF چنانچه از رابط های پلاستیکی استفاده شده و اتصال پوشش محافظت کننده به دیوار از طریق این رابط ها باشد محدودیت های زیادی از نظر تعداد طبقات و مساحت زیر اشتغال وجود دارد (عمدتاً حداکثر تا ۲ طبقه مجاز است) سیستم های ICF شبکه ای حفره دار (که در آنها رابط ها از جنس خود پلی استایرن منبسط شده هستند) نیز دارای این محدودیت ها هستند .

*مقاومت سیستم در برابر آتش (که وابسته به نوع و جزئیات دیوار است) باید مطابق با الزامات مقررات ملی آیین نامه های مصوب تأمین شود .

* لایه پلی استایرن بین واحدهای مستقل نباید امتداد داشته باشد و حتماً باید به وسیله مصالح غیر قابل سوختن با مقاومت کافی در برابر آتش قطع شود .

*لایه پلی استایرن باید در محل سیستم کف/سقف قطع شده بین طبقات امتداد نداشته باشد . از جمله هرگونه امتداد عمودی لایه پلی استایرن در دیوارهای خارجی ، شفت های پلکان ، آسانسور و نظایر آنها باید در محل کف/سقف قطع شود .

*چنانچه هرگونه سوراخ یا گشودگی در دیوارهای با مقاومت الزامی در برابر آتش ایجاد شود (مثلاً برای عبور تأسیسات) گشودگی باید به نحو مناسب آتش بندی شود . به گونه ای که درجه مقاومت در برابر آتش دیوار کاهش نیافته و ضمناً لایه پلی استایرن منبسط شده در برابر آتش کماکان محافظت شود .

*کلیه مقررات ساختمانی باید در مراحل مختلف طرح و اجرای ساختمان رعایت شود .

راهنمایی : طراحان و مهندسين برای اطلاعات بیشتر می تواند به نشریات زیر از انتشارات مرکز

تحقیقاتی ساختمان و مسکن مراجعه نمایند :

-نشریه شماره ض-۵۷۵ : راهنمای طراحی و اجرای سیستم ساختمانی دیوار باربر بتن مسلح با قالب

های عایق ماندگار (ICF) از جنس پلی استایرن منبسط شده

-نشریه شماره گ-۴۹۳:سیستم های قالب های عایق ماندگار

-نشریه شماره ض-۴۴۴: آیین نامه محافظت ساختمان ها در برابر آتش (پیشنهادی)

راهنمایی های کلی درباره ایمنی سیستم های ساختمانی دارای پلی استایرن منبسط شده (EPS یا

XPS) در برابر آتش

در زیر راهنمایی های کلی مشترک برای سیستم های ساختمانی دارای پلی استایرن منبسط شده

ارائه شده است . توجه شود که سیستم های ساختمانی مختلف دارای شرایط و محدودیت های خاص

خود هستند . بنابراین طراحان ، مجریان و گروه های نظارتی باید قبل از انتخاب یک سیستم

ساختمانی ، مشخصات فنی محصول مورد نظر را از تولید کننده یا شرکت مجری مصالحه و بررسی

نمایند . مطابقت مشخصات این سیستم ها با الزامات مقررات ملی ساختمان و سایر مدارک مصوب

ساختمانی ضروری است که از جمله الزامات سازه ای ایمنی در برابر آتش ، آگوستیک ، انرژی و نیز

مطابقت با استاندارد های ویژگی های مصالح را باید نام برد . به عنوان مثال برخی از سیستم های

ساختمانی که در آنها مواد قابل اشتعال به عنوان جزئی از سیستم استفاده شده است . دارای

محدودیت های ارتفاعی هستند و یا نیاز به تمهیدات ویژه محافظتی دارند .

*پلی استایرن منبسط شده (ECF یا XPS) نوع معمولی دارای رفتار بسیار خطرناکی در برابر آتش است و استفاده از آن در ساختمان به کل ممنوع می باشد. تنها استفاده از پلی استایرن منبسط شده نوع خود خاموش شو (یا کندسوز) در ساختمان مجاز است مشروط به این که سایر تمهیدات ایمنی در برابر آتش به شرح زیر برای آن رعایت گردد.

*کاربرد پلی استایرن منبسط شده در ساختمان بدون پوشش محافظت کننده در برابر آتش (که اصطلاحاً برای این کاربرد پوشش مانع حرارتی نامیده می شود در تمام سیستم های ساختمانی ممنوع است.

*پوشش محافظت کننده پلی استایرن باید دارای اتصالات مکانیکی مطمئن به سازه یا اجزای ساختمان باشد و چسباندن آن به پلی استایرن به تنهایی قابل قبول نیست توجه: دمای خمیری شدن پلی استایرن حدود ۱۰۰ درجه سانتی گراد است و در این دما به شدت دچار جمع شدگی می شود. در حالی که دمای آتش سوزی می تواند به حدود ۱۰۰ درجه سانتی گراد برسد. بنابراین در همان مراحل ابتدایی آتش سوزی پلی استایرن عقب نشینی کرده و نمی تواند پوشش محافظت کننده مانند گچ را در سر جای خود حفظ نماید. در این صورت پوشش محافظت کننده سقوط کرده پلی استایرن در معرض آتش قرار گرفته و به شدت به گسترش آتش سوزی کمک می کند.

* در هیچ سیستم ساختمانی لایه پلی استایرن بین واحدهای مستقل نباید امتداد داشته باشد و حتماً باید به وسیله مصالح غیر قابل سوختن با مقاومت کافی در برابر آتش قطع شود .

* در هیچ سیستم ساختمانی لایه پلی استایرن نباید بین طبقات امتداد داشته باشد از جمله هرگونه امتداد عمودی لایه پلی استایرن در دیوارهای خارجی شفتهای پلکان آسانسور و نظایر آنها باید در محل کف/سقف قطع شود .

* چنانچه هرگونه سوراخ یا گشودگی در دیوارهای با مقاومت الزامی در برابر آتش ایجاد شود مثلاً برای عبور تأسیسات گشودگی باید به نحو مناسب آتش بندی شود به گونه ای که درجه مقاومت در برابر آتش دیوار کاهش نیافته و ضمناً لایه پلی استایرن منبسط شده در برابر آتش کماکان محافظت شود .

* انبار کردن پلی استایرن در کارگاه ساختمانی بلوک ها و یا قطعات پلی استایرن منبسط شده در محل کارگاه ساختمانی به دور از هرگونه مواد قابل اشتعال (نظیر رنگ ها حلال ها یا زباله های قابل اشتعال) نگهداری شوند محل نگهداری باید به گونه ای باشد که از احتمال ریزش یا تماس هرگونه شعله براده های داغ یا جرقه های ناشی از جوشکاری یا هرگونه شی داغ دیگر با بلوک ها در کارگاه ساختمانی پیشگیری شود . محل انبار اصلی بلوک ها حتی الامکان به دور از محل عملیات ساختمانی باشد تا از سرایت هرگونه شعله یا حریق احتمالی به محل انبار اصلی جلوگیری شود .

*از انبار کردن بلوک ها و یا قطعات پلی استایرن در کارگاه ساختمانی به حجم بیش از ۶۰ متر مکعب خودداری شود در صورت نیاز به انبار کردن مقادیر بیش از ۶۰ متر مکعب بلوک ها به قسمت های با حجم حداکثر ۶۰ متر مکعب تقسیم شده و بین هر دو قسمت حداقل ۲۰ متر فاصله وجود داشته باشد .

* کلیه کارگران و کارکنان باید نسبت به عدم استفاده از هرگونه شعله و نیز عدم استعمال سیگار در مجاورت محل نگهداری بلوک ها توجیه شوند و استفاده از تابلوی استعمال دخانیات ممنوع در مجاورت محل نگهداری بلوک ها الزامی است .

*وسایل مناسب اطفای حریق از جمله تعداد مناسبی کپسول آتش نشانی در نزدیکی محل نگهداری بلوک ها و قطعات پلی استایرن پیش بینی شود .

* آموزش استفاده از وسایل اطفای حریق و کپسول آتش نشانی به کلیه پرسنل داده شود .

* کلیه مقررات ساختمانی باید در مراحل مختلف طرح و اجرای ساختمان رعایت شود .

راهنمایی : مهندسين و علاقه مندان برای اطلاعات بیشتر می توانند به مقالات و یا نشریات زیر از انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مراجعه نمایند :

۱- ضوابط و توصیه ها برای کاربرد اسفنج پلی استایرن در ساختمان انتشارات مرکز تحقیقات

ساختمان و مسکن نشریه شماره گ-۱۳۸۶،۴۴۵-

۲- راهنمایی عملکرد مصالح و سیستم های ساختمانی دارای پلی استایرن منبسط شده در برابر آتش

انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن نشریه شماره گ - ۱۳۸۶،۴۶۸.

۳- آشنایی با کاربرد مواد پلیمری در صنعت ساختمان انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

نشریه شماره گ. ۱۳۸۶،۴۵۲.

۴- خواص اسفنج پلی استایرن و توصیه های ایمنی . مجله پیام نظام مهندسی سال ۱۲ دوره ۴ شماره

۱ ، ۱۳۸۵ ص ۳۴-۳۹

۵- بررسی آزمایشگاهی رفتار پلی استایرن منبسط شده مجله علمی - پژوهشی علوم و تکنولوژی

پلیمر ، سال بیستم ، شماره ۳ ، شهریور ۱۳۸۶ .

6-bakhtiyari , s , taghiakbari , l,barikari,m.the effective parameters for

reaction to fire properties of expanded polystyrene forms in bench scale .

Iranian polymer journal vol ۱۹ no ۱ , ۲۰۱۰