

## عایق‌های حرارتی

حامدنیرومند، دانشجوی رشته عمران  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

### چکیده:

ابتدای این مقاله که به اهمیت سوخت و انرژی پرداخته آغاز شده و سپس به روش‌های طبیعی در جلوگیری از خروج انرژی از محیط‌های ساختمانی پرداخته می‌شود و بعد از آن به پلیمرها (پلی اتیلن‌ها) و ساختار آنها و ویژگی‌های آنها اشاره شده و به نحوه اتصال عایق‌ها (از جمله پلی اتیلن‌ها) در قسمت‌های مختلف ساختمان‌ها به منظور صرفه جویی انرژی اشاره و مورد بررسی قرار می‌گیرد سپس به مقایسه استاندارد‌های عایق کشورهای پیشرفته پرداخته و به مزیت‌های این روش اشاره می‌گردد هدف کلی در ارائه این مقاله جلوگیری از مصرف بی‌هوده انرژی و همچنین ایزوله سازی ساختمان می‌باشد در اینجا خاطر نشان می‌شود که مصرف انرژی در ساختمان مسئله مهمی می‌باشد که لازم است راه کارهای بهینه سازی آن ارائه گردد.

### واژه‌های کلیدی: شناخت انرژی. بهینه سازی مصرف انرژی. محیط زیستی پاک

### اهمیت سوخت و انرژی:

در کشورهای مختلف با توجه به میزان فعالیت صنعتی آن کشور بین ۳۲-۳۷ درصد کل انرژی مصرفی در ساختمان‌ها به کار می‌رود و از این میزان بین ۵۸-۶۹ درصد آن صرف گرمایش و سرمایش ساختمان در فصول گوناگون سال می‌شود، و با توجه به اینکه منابع سوختن همانگونه که هم اکنون به فراوانی وجود دارند ممکن است زمانی مقدار آنها به مقدار خیلی کم یافت گردد و به جای اینکه مقدار مصرف انرژی به بیشینه خود برسد می‌توانیم از این منابع سوختی در جهت‌های دیگر (صنایع پتروشیمی و نساجی و...) در جهت ارتقاء کشور استفاده نمائیم.

همانگونه که براساس آمار ابلاغ شده از سوی سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور ما در سال ۱۳۷۹ میزان مصرف انرژی ۶ میلیون بشکه معادل نفت خام در کل کشور بوده است. به این منظور بهتر است که این میزان مصرف انرژی در این بخش را به حداقل برسانیم که با این عملکرد، به جای مصرف بیش از حد انرژی در ساختمانها. این انرژی را در صنایع مختلف بکار ببریم، برای این منظور و بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمانها روش هایی پیشنهاد شده، که آنها را بررسی و مفیدترین و کم هزینه ترین آنها را بر می‌گزینیم.

### روشهای مناسب برای کم کردن مصرف انرژی:

در جامعه آب و هوا و شرایط جغرافیایی و موقعیت آن بر روی سطح زمین می‌تواند با روش های مختلف جهت صرفه جویی انرژی به کار برده شود.

با روشهایی همچون طراحی ساختمان.

سمت قرارگرفتن ساختمان ها (شمالی. جنوبی. غربی. شرقی)

سمت قرار گرفتن پنجره ها

استفاده از گیاهان پوششی در ساختمان ها.

استفاده از سقف کاذب

استفاده از پنجره یا شیشه های دو جداره و قاب استاندارد.

استفاده از فضای خالی بین دیوارها.

استفاده از عایق های حرارتی در ساختمان ها.

استفاده از تهویه ی طبیعی .

### ۱- طراحی ساختمان:

طراحی ساختمان از اهمیت ویژه ای در به حداقل رساندن مصرف انرژی دارد، زیرا طراح با توجه به دستیابی به بهینه مصرف انرژی، به گونه ای موثر باید با محیط مربوطه ارتباط داشته باشد و با دید باز به طراحی ساختمان پردازد که با توجه به فضای اطراف ساختمان و سمت و سوی آن و فضای اشغال شده ساختمان بتواند به بهینه انرژی واز سوی دیگر به نظر کارفرما به همه ی این موارد تا حد امکان پاسخ گو باشد و یک قدم مثبت در صرفه جویی انرژی بردارد.

### ۲- سمت قرار گرفتن ساختمان:

دانستن این مطلب مهم است که طی آمار ارائه شده، ساختمان های شمالی در طی روز و شب با دریافت میانگین ۷۸/۲ درصد از روشنایی خورشید، گرم ترین ساختمانها می باشند که این مطلب می رساند که در

روزها، منازل شمالی بالاترین میزان تابش خورشید را دریافت کرده و به همین میزان در این منازل کمترین سوخت نسبت به منازل دیگر (شرق، غرب، جنوب) مصرف می‌شود. به همین دلیل باید در احداث ساختمان‌ها، سمت قرار گرفتن ساختمانها را با توجه به بهینه سازی انرژی تعیین کرد.

### ۳- سمت قرار گرفتن پنجره ها:

سمت قرار گرفتن پنجره ها از استفاده ی بهینه از روشنایی و میزان حرارت خورشید بسیار حایز اهمیت است این عمل با استفاده از گرمای خورشید در زمستان قابل بررسی است. زیرا سطح مناسب پنجره ها در مناطق سردسیر در فصول مختلف واز جمله در زمستان در مصرف سوخت تا اندازه ای صرفه جویی می نمایند، در این مورد باید حتی الامکان از قرار گرفتن سمت پنجره به محیط باز پرهیز گردد.

### ۴- استفاده از گیاهان در پوشش ساختمان:

در نماهای ساختمان ها همانگونه که در شکل ۱ ارائه گردیده است، پوشش گیاهی عامل مهمی در عایق کاری حرارتی ساختمانها بکاربرده می شود. اما این گیاهان باید خزان ناپذیر باشند، عیب بزرگ این است که اگر باد تندی بوزد ممکن است کلیه ی این گیاهان از بین رفته و نابود شوند و به همین علت باید از آنها مراقبت ویژه ای نمود ، زیرا که از منابع خوب صرفه جویی انرژی میباشد.



شکل ۱: پوشش گیاهی ساختمان

### ۵- استفاده از سقف کاذب:

نصب سقف کاذب می تواند تا اندازه ای از انتقال حرارت بکاهد و همچنین می تواند بخشی از فضای سرمایش و گرمایش انرژی را بکاهد و این نکته حایز اهمیت است که سقف کاذب در طبقات فوقانی می تواند از انتقال حرارت بین فضای داخل و خارج ساختمان بکاهد. به این منظور یکی از روش های صرفه جویی در مصرف انرژی است.

### ۶- استفاده از پنجره های دوجداره و قاب استاندارد:

در کشورهای صنعتی دنیا اغلب پنجره ها در ابعاد کوچک و دو جداره ای می باشند ولی در کشورهای جهان سوم می بینیم که ابعاد پنجره ها اغلب بزرگند و دارای شیشه های معمولی می باشند. ولی این عامل به نظر ساده و در صرفه جویی سوختن و همچنین در جلوگیری از ورود صوت و گرد و غبار نیز اهمیت دارد و یکی از روش های مهم صرفه جویی سوختن می باشد. اگر پنجره ها کاملاً در ابعاد استاندارد و شیشه ها نیز دو جداره باشند، مسلماً از میزان مصرف انرژی می کاهد. در اینجا حایز اهمیت

است که یاد آوری شود که درزهای بین شیشه‌ها و قاب‌ها به طور کامل مسدود شود و اگر نه باعث مصرف بیشتر انرژی و ورود گرد و غبار به درون ساختمان می‌شود.

### ۷- استفاده از فضای خالی در بین دیوارها مطابق با استانداردهای جهانی:

در این روش در بین دیوارهای اصلی و فرعی ساختمانها با توجه به استانداردهای موجود در جدول ۱ می‌توان فضاهای خالی و با صرفه اقتصادی جهت استفاده ی بهینه از انرژی بکار برد. این روش سبب ایجاد جریان همرفتی در بین دیوار می‌گردد و هر چه ضخامت لایه کم و مقدار رسانایی در این قسمت زیادتر باشد، جریان همرفتی بیشتر است و تبادل حرارتی ثابت می‌ماند. این فضای خالی همچون یک عایق سبب می‌شود که گرما و سرما از بین دیوارها عبور نکنند و انرژی موجود در مکان مورد نظر ثابت بماند.

جدول ۱: ضخامت استاندارد فضاهای خالی

| ضخامت دیوارهای ساختمان | ضخامت فضای خالی (mm) |
|------------------------|----------------------|
| ۳۵Cm                   | ۱۲                   |
| ۲۰ Cm                  | ۶                    |
| ۵ یا ۱۰ Cm             | ۴                    |

### ۸- استفاده از تهویه طبیعی:

استفاده از تهویه طبیعی شبانه در تابستان‌ها، سبب پخش شدن جریان همرفتی هوا می‌شود، این شیوه یکی از روش‌های سرمایه‌ش غیرفعال در طول شب است. در نواحی با اختلاف دمای زیاد روز و شب استفاده از تهویه‌های ساختمان و نیز کاهش ماکزیمم دمای روز به اندازه‌ی ۱-۲ درجه می‌شود و یکی از عوامل مهم صرفه‌جویی انرژی می‌باشد.

### ۹- استفاده از عایق‌های حرارتی:

در ابتدای چند سؤال مطرح می‌شود که عایق چیست؟ از چه موادی تشکیل شد؟ انواع عایق‌ها کدامند؟ عایق حرارتی چیست؟ مقایسه انواع مختلف عایق حرارتی قبل و هم اکنون چگونه است؟ این عایق‌ها در چه قسمت‌هایی بکار می‌روند؟ این عایق‌ها در ساختمان‌ها چگونه عمل می‌کنند؟ استاندارد عایق‌های حرارتی کدام است؟

نحوه‌ی اتصال این عایق‌ها و معایب و مزایای آنها در ساختمان‌ها چگونه است؟ این عایق‌های حرارتی از چه موادی بوجود می‌آیند؟ پیشنهاد مناسب برای مواد تشکیل دهنده عایق‌های حرارتی جهت عملکرد مثبت کدام است و با توجه به چه شرایطی این مواد در نظر گرفته شده است و هزاران سؤال دیگر!

و با جواب به همین سؤالات است که با صرفه‌ترین و مناسب‌ترین عایق حرارتی را می‌توانیم بشناسیم و به کار ببریم.

عایق عبارت است از مجموعه‌ای از عناصر شیمیایی که طی واکنشی با یکدیگر ترکیب شده و براساس میزان درصد مواد، انواع گوناگونی از جمله صوتی، حرارتی و... دارند. مواد تشکیل‌دهنده‌ی عایق‌ها نباید در طی فرآیند مورد استفاده با مواد گوناگون ترکیب شده و تجزیه شوند، چون در اینصورت دیگر عایق نیستند. یکی از ویژگی‌های مهم عایق‌ها، این است که نقش ویژه‌ای در ایزوله کردن (با توجه به نقش آنها) دارند به این معنی که مثلاً عایق‌های صوتی در ایزوله کردن ساختمان جهت وجود صدا درون ساختمانها و خارج نشدن صدا از آنها، مؤثرند. با توجه به کار بردشان میزان مواد تشکیل‌دهنده‌ی آنها متغیر است ما در اینجا فقط به عایق‌های حرارتی در قسمت‌های بعد اشاره خواهیم کرد.

### عایق‌های حرارتی:

این عایق‌ها که در وسایل گوناگون تا کلیه برج‌ها استفاده می‌شوند، به علت میزان ظرفیت گرمایی و مقاومت آنها در برابر انتقال گرما و سرما (همرفتی) مناسب می‌باشد اگر در وسایل زندگی عایق‌های جانبی ضبط از این عایق‌ها استفاده نشود، ممکن است پس از گرم شدن خازن‌ها و کیت‌ها و اجزاء دیگر ضبط، قاب ضبط ذوب شود و اگر این عایق‌ها در ساختمانها بکار برود باعث کم شدن اتلاف انرژی به میزان چشم‌گیری می‌شود.

در این میان به عایق‌های ابتدایی در ساختمان نظر می‌افکنیم و اختلافات را مشاهده می‌کنیم. مصالح ساختمانی معمولی و متداولی در احداث ساختمانها مرسوم بوده و هست که فاقد مقاومت حرارتی لازم در انتقال حرارت می‌باشد. به طور مثال ضریب کلی انتقال حرارت یک دیوار آجری معمولی (نمای خارجی آجری دانه و گچ و سفید کاری در داخل) به ضخامت ۲۲ Cm حدود ۰/۰۲ وات بر متر مربع بر درجه‌ی سلسیوس است یعنی هر متر مربع از این دیوار به ازاء هر یک درجه اختلاف دمای هوا در دو طرف باعث انتقال حرارت به میزان ۰/۰۲ وات می‌شود. اما براساس ضوابط و قوانین‌های ساختمان ایران ضریب انتقال حرارت مجاز برای دیوارهای خارجی ۰/۷ وات بر متر مربع بر درجه‌ی سلسیوس است، به عبارت دیگر میزان اتلاف حرارت در یک دیوار خارجی به ضخامت ۲۲ سانتی متر حدود ۳ برابر انتقال حرارت مجاز است و به همین دلیل میزان مصرف انرژی ساختمانها افزوده شده است.

انواعی از عایق‌های حرارتی گوناگون وجود دارد که هر نوع ویژگی خصوصیات متفاوتی دارد و براساس استانداردهای جهانی برای اجزای مختلف ساختمانی بکار برده می‌شوند اما به هر صورت به کارگیری لایه‌های عایق حرارتی در اجزای مختلف ساختمانی (دیوارهای خارجی به نام سقف) به میزان چشم‌گیری در کاهش اتلاف انرژی مؤثر بوده و این اهمیت در سوخت ملی دارد. عایق‌ها با توجه به نوع آب و هوای هر منطقه، نوع ویژه‌ای دارند که با توجه به میزان حرارت شدید تابش آفتاب و رطوبت هوا

گوناگون هستند. در این قسمت باید متذکر شوم که در مناطق مرطوب باید حتی الامکان از نفوذ رطوبت در بین عایق‌های حرارتی جلوگیری به عمل بیاید، زیرا سبب کم شدن کیفیت عایق‌های حرارتی می‌گردند.

عایق حرارتی در قسمت‌های مختلف به روش‌های مختلف قابل استفاده هستند که تعدادی از آنها را بیان می‌داریم:

- پنجره‌ها: هم اکنون برای عایق کاری پنجره‌ها یکی براساس ضریب بهره دهی انرژی گرمایی خورشیدی (SHGC) عمل می‌کنند و دیگری براساس وارد کردن آرگون در بین قابهای پنجره‌ها عمل می‌کنند که قابلیت انتشار پایین را در بر می‌گیرد.

- فونداسیون‌ها و طبقات زیرین: از نظر بهره وری انرژی طبقات زیرین با اهمیت به نظر می‌رسند و در ساختمانهای کشورهای صنعتی از قاب‌های بتنی عایق کاری شده به صورت پیش ایزوله و پیش قالب استفاده می‌شود.

- دیوارها و سقف‌ها: در ساختمانهای جدید کشورهای صنعتی به دو گونه در این قسمت‌ها عمل می‌کنند. یکی در تکنیک‌های پیشرفته ی اسکلت سازی (Framing) و دیگری جایگزینی پنلها یا قاب‌های عایق کاری ساختمانی (Sips) به جای اسکلت بازی که هر دو در بهره وری انرژی کاربرد ویژه ای دارند. (در زمینه ی قاب‌ها و پنل‌های ساختمانی در قسمت‌های بعد بیشتر توضیح داده می‌شود).

- مصالح ساختمانی جایگزین: در قدیم و هم اکنون نیز از خشت خام و کاه گل و غیره در ساختمانها بکاربرده می‌شده است ولی در این دوره از زمان توصیه می‌شد که همگام با خشت خام (خاک رس و حصیر) از لاستیک‌ها و سایر پلاستیک‌های مقاوم در برابر واکنش‌های مختلف ساختمان استفاده گردد. که در این مورد در جهت ایزولاسیون ساختمان کمک بسیار می‌شود هم اکنون با توجه به مقدمه ی ذکر شده بهتر است با استانداردهای جهانی عایق‌ها در قسمت‌هایی از ساختمانها آشنا شویم. که در جدول ۲ به این موضوع اشاره شده است.

جدول ۲: استاندارد عایقهای جهانی

در این قسمت به اتصال عایق‌های حرارتی با اجزای ساختمانی می‌پردازیم:

کلیه عایق‌های حرارتی رانمی‌توان به شیوه‌های ساده در ساختمانها به کاربرد یعنی بدون اتصال آنها را به حال خود نمی‌توان رها کرد یکی از ویژگیهایی که باید در نظر گرفته شود، این است که عایق‌ها با موادی باید اتصال یا بند که بر اثر گذشت سالها پوسیده و از بین نروند، در این قسمت یک رابطه‌ی مهم بین مقاومت مصالح و هدایت حرارتی آنها بیان می‌کنیم. همگی در این باور هستند که مصالحی با مقاومت بالا، عایق‌های خوبی هستند، اما مصالحی با مقاومت حرارتی کم همچون بتن، عایق‌های ضعیفی هستند. پس باید با چاره‌اندیشی عایق‌های ضعیف را تقویت کرده تا به اندازه‌ی عایق‌های درجه‌ی عالی برسند و دیگر فاکتور عایق‌ها به ضخامت و ضریب هدایت حرارتی که اگر بیشتر و ضریب هدایت آنها کم باشد باعث کاهش جریان حرارتی می‌شوند نیز باید اشاره کرد.

در قسمت‌های قبلی اشاره کردیم که یک نوع از عایق‌ها، همان ایجاد فضاهای خالی در بین ساختمانها است و یک نوع دیگر استفاده از پلیمرها و از شاخه‌ی فوم‌های پلی‌اتیلن می‌باشد.

در این قسمت ابتدا به اتصال و معایب و مزایای ایجاد فضاهای خالی می‌پردازیم و سپس به استفاده از فوم‌های پلی‌اتیلن.

– استفاده چگونگی اتصال فضاهای خالی در بین اجزای ساختمان بعنوان عایق حرارتی:<sup>۱</sup>

در قسمت‌های قبلی تا حدی با این شیوه آشنا شدیم. هم اکنون نیز به سایر خصوصیات و مقاومت‌های سطح می‌پردازیم. شیوه وجود فضاهای خالی از جهت اینکه به هیچ موادی احتیاج ندارد، یکی از شیوه‌های مناسب عایق حرارتی هم از جهت صرفه‌ی اقتصادی و هم از جهت میزان کار برد آن در جوامع دیگر نیز که نشان از موفقیت آن دارد، مفید است این شیوه براساس همرفتی بنیان گذاشته شده است که در هر قسمت توضیح کامل آن ارائه خواهد شد. ابتدا به این شیوه در شکل ۲ در دیوارها می‌پردازیم.

شکل ۲: مقایسه مقاومت‌های دیوارهای فضای خالی

در این شکل ما می‌بینیم که جریان همرفتی در شکل مورد نظر بیش از هر چیز به سرعت جریان هوا بستگی دارد ولی در اینجا به واسطه وجود فضای خالی در بین دیوارها، سرعت جریان هوا به حداقل خود رسیده است و همانند یک عایق عمل می‌نماید و این شیوه فقط براساس جدول ذکر شده در قسمت‌های قبل

<sup>۱</sup> -در ابتدا لازم است با دو نشان و علامت تخصصی آشنا شویم که اولین آنها  $I_1$  (برای مقاومت سطح داخلی) و دیگر  $re$  (مقاومت سطح خارجی) می‌باشند.

تطبیق داده شده است.

در این قسمت در شکل 3 به ایجاد این فضاها در سقف‌ها می‌پردازیم: ابتدا به ساختار سقف بدون فضای تو خالی در شکل ۳ می‌پردازیم که براساس اطلاعات بدست آمده مقاومت سطح خارجی آن را محاسبه کرده ایم.



شکل ۳: مقایسه مقاومت سطوح سقف

در اینجا ما می‌بینیم که مقاومت سطح خارج خیلی نسبت به سطح اول کمتر گردید، پس ما می‌دانیم که مقاومت سطح خارجی کاهش یافته است و انتظار می‌رود که انتقال حرارتی بیشتر گردد ولی همچنین در شکل داخلی ما می‌بینیم که نسبت به دیوارها، این عمل در عایق‌های حرارتی، نقش منفی‌تری بازی می‌کند به این معنی که از انتقال حرارتی، گرما و انرژی را به مقداری انتقال می‌دهد در صورتی که در عمل دیوارها این اتفاق روی نمی‌داد.<sup>۱</sup>

نحوه‌ی اتصال پلیمرها (فوم‌های پلی اتیلن) به عنوان عایق‌های حرارتی: یک سؤال که از طرف کلیه‌ی صاحب‌نظران عنوان می‌شود این است که آیا مصرف بیش از حد انرژی با صرفه‌تر است یا به کار بردن عایق‌ها جهت جلوگیری از اسراف انرژی؟ در اینجا باید متذکر شد که جوابها گوناگون هستند ولی جواب یکی از صاحب‌نظران علم شیمی به این سؤال اینگونه می‌باشد.

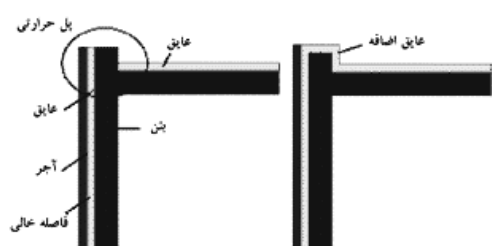
چه باشیم و یا در این دنیا نباشیم!

اهمیت عایق کاری حرارتی در جوامع صنعتی به حدی رسیده است که همچون اینکه شخصی از گرفتار شدن به بیماری می‌ترسد از استفاده‌ی بیش از حد نیز می‌ترسد و همواره به فکر آینده کشور خود است،

<sup>۱</sup> - در این قسمت یادآور می‌شویم که همچون شکل‌های ارائه شده سقف‌ها به دو گونه بیان می‌شوند، سقف‌های کاذب و سقف‌های اصلی که هر کدام را در شکل به وسیله علائمی کاملاً جهت آنها مشخص شده است.

اما در جوامع جهان سوم و از جمله ایران این موضوع اهمیت چندانی ندارد و باید بیش از هر اقدامی مسئولان ذیربط به این مسئله رسیدگی نمایند.

با توجه به آشنایی با پلیمرها و انواع آنها و فوم پلی اتیلن در این قسمت به نحوه‌ی اتصال فوم های پلی اتیلن<sup>۱</sup> با قسمت هایی از اجزا ساختمانی آشنا می شویم و با توجه به اینکه فوم پلی اتیلن با ویژگی های مربوط به آن در ساختمانها جهت عایق حرارتی استفاده می شود باید متذکر شد که این عایق ها درست است که با صرفه از نظر اقتصادی هستند ولی در قسمت های مختلف ساختمان با توجه به مقدار نیاز باید به کار روند. اگر در بعضی از قسمت ها درست اجرا نشوند ممکن است باعث اختلال در آن قسمت شوند، همچون شکل ۴ که اگر عایق اضافی که در این شکل نشان داده شده بکار رود، سبب از بین رفتن پل حرارتی و ایجاد کم شدن ایزوله سازی ساختمان در جهت حفظ انرژی می گردد و در شکل ۵ ما به دماها و ایجاد دگرگونی دمای به طور کامل اشاره کرده ایم .



شکل ۵: پلهای حرارتی



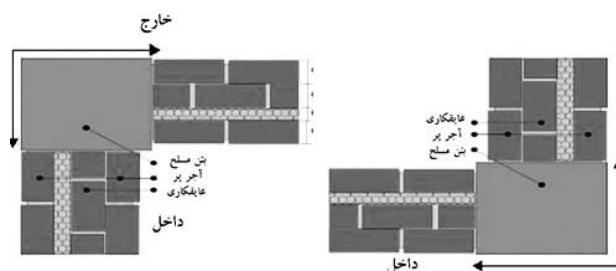
شکل ۴: پراکندگی دمای پلهای حرارتی

در قسمت‌های قبلی اشاره کردیم که بتن عایق ضعیفی است پس برای مسلح کردن بتن باید اقداماتی انجام دهیم همگی می دانیم که بتن در قسمت های مختلف ساختمان از شناژ گرفته تا ظریف کاری بکار می رود پس باید با روش های مختلف بتن را مسلح کنیم، از جمله اقداماتی که باید انجام داد این است که: می توانیم همچون شکل ۶ در اطراف آجرها از فوم های اتیلن استفاده کنیم و اطراف بتن را تا حد امکان با فوم های پلی اتیلن بپوشانیم، اینجا یک مشکل پیش می آید و آن این است که بتن برای گرفتن خود باید انرژی درونی خود را خارج کند و اگر این فوم ها اطرافش باشد، این عمل امکان نمی پذیرد، در روش پیشنهادی ما در قسمت های محفظه‌ی بتن میله هایی قبل از ورود بتن به آن به طور موازی و در ۲ ردیف نصب می نماییم و بعد از ریختن بتن و گرفتن آن فوم های پلی اتیلنی را که بوسیله سوراخ کردن قسمت های اتصال با بتن آماده قرار گرفتن که در میله های کناری بتن هستند، قرار می دهیم و با مهره

<sup>۱</sup> -بدلیل ارزانی و مزایای ویژه‌ی آن در ایران چندی است بکار می رود ولی در کشورهای صنعتی از فوم استیرن که مزایای ویژه ولی گرانتری دارد، استفاده می گردد.

هایی می‌بندیم و یا می‌توان با چسب‌هایی که بر بتن اثر کنند و بدون میله‌ها این عمل را انجام داد این اعمال در کشورهای آلمان و فرانسه در حال اجرا شدن برای فوم‌های پلی‌استیرنی می‌باشد.

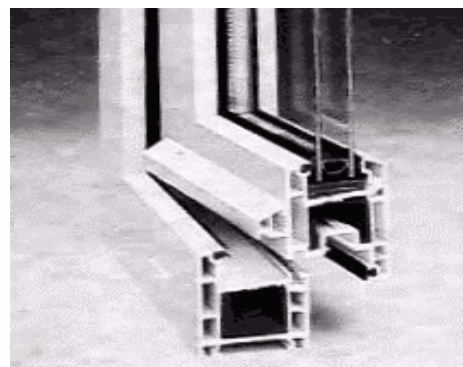
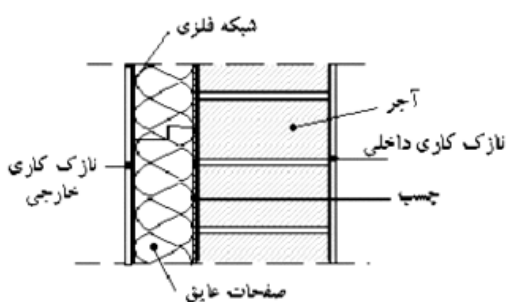
شکل ۶



شکل ۶: نحوه اتصال بتن در عایق‌های حرارتی

در قسمت‌هایی همچون تیرچه بلوک‌ها نیز می‌توان با قراردادن عایق‌هایی قبل از گرفتن کامل آنها (نباید بیش از حد باشد) بر روی این تیرچه‌ها قرارداد و آنها را نیز به عایق حرارتی تبدیل کرد.

در قسمت‌های نزدیک نازک کاری داخلی باید براساس شکل ۷ قبل از نازک کاری داخل بر روی شبکه‌های فلزی و یا آجرها (در وسط دیوارها) بوسیله‌های مختلف که تشریح می‌شود، عایق را نگه و ثابت کرده و سپس اقدام به نازک کاری داخلی نماییم.



شکل ۷: اتصالات عایقی با شبکه فلزی

در قسمت بین دیوارها اغلباً در کشورهای همچون فرانسه به وسیله دیوارهای عایق پیش ساخته با توجه به وزن آن دیوار و میزان تحمل ساختمان برای آن دیوار، اقدام به این عمل می‌نمایند ولی در کشورهای آسیایی و مخصوصاً کشور ما نمی‌توان این اقدام را با توجه به هزینه‌ی بسیار بالای آن به اجرا در آورد ولی می‌توان با توجه به پیشنهادی که قراردادن عایق‌ها براساس میله‌های افقی و سوراخ کردن فوم پلی‌اتیلن در آن قسمت‌ها می‌توان دیوارها را ایزوله کرد و با هزینه‌ی بسیار پائین این عمل امکان‌پذیر است و از نظر محاسبات مهندسی مشکلی ندارد.

و در سقف‌ها نیز این عمل امکان‌پذیر و شدنی است فقط باید بیش از حد استاندارد سنگین‌تر نباشد، چون باعث اختلال در ساختمان و مشکلاتی می‌شود.



شکل ۸: پل‌های اتصال نادرست حرارتی

در این قسمت متذکر شویم که اتصال فوم‌های پلی‌اتیلنی باید کاملاً محکم و ثابت شوند و همانند شکل ۸ نباشد چون سبب اختلال در ساختمان و حادثه‌های وحشتناک می‌گردد. در این قسمت به پل‌های حرارتی با سطح‌های خارجی نسبتاً بزرگ و یا کوچک می‌پردازیم: هر چه پل حرارتی با سطح خارجی نسبتاً بزرگتر باشد، عایق کاری قویتر است و هرگاه پل حرارتی با سطح خارجی کوچکتری برخورد کند، عایق کاری ضعیفتر عمل می‌نماید. در همه این قسمت‌ها به نحوه‌ی اتصال فوم‌های پلی‌اتیلن با بعضی اجزاء ساختمان پرداختیم. حال منظور از عایق‌های حرارتی از جنس فوم‌های پلی‌اتیلن چیست: در ابتدا لازم است با ساختمان پلیمرها و تعریف آن آشنا شویم. پلیمرها از تکرار یک واحد تکراری (مونمر) در قالب زنجیره‌های بلندی به وجود می‌آیند که به دو نوع طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شود. پلیمرهای طبیعی همچون نشاسته و ... و پلیمرهای مصنوعی به چهار دسته‌ی عمده لاستیک‌ها، پلاستیک‌ها، چسب و روکش تقسیم می‌شوند و در قسمت پلاستیک که موضوع عایق‌های حرارتی می‌باشد.

### ابتدا پلاستیک به دو عنوان:

ترموپلاست (گرما نرم): چند بار ذوب و قالب‌گیری شده.

ترموست (گرما سخت): یک بار قابل ذوب است. همچون ظروف ملامین.

تقسیم‌کرده و پلاستیک‌های ماده نرم شدنی (انتقال شیشه‌ای) با لای دارند به این معنی که در دمای معمولی سخت هستند و شکل خود را حفظ می‌کنند و انواع پلاستیک‌ها به شرح زیر می‌باشد.

PE (پلی‌اتیلن):

PP (پروپیلن):

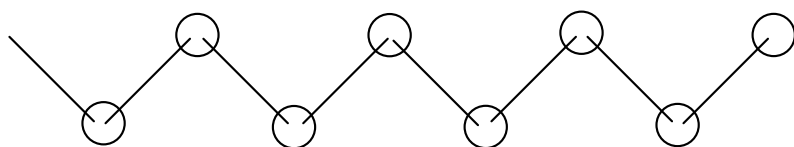
PS (پلی استایرن):

PVC (پلی وینیل کلرید):

در ساختارهای حرارتی بیشتر از PE (پلی اتیلن‌ها) برای این عمل استفاده می‌نمایند که با توجه به صرفه اقتصادی پلی اتیلن‌ها و ترموپلاست (گرما نرم) بودن و انعطاف پذیری بالای آنها و مقاومت برشی زیاد و شفافیت کم آنها به عنوان ساده ترین و پرکاربرد ترین پلاستیک‌ها معرفی می‌شوند و بدلیل داشتن زنجیره‌های خطی از درجه ی تبلور نسبتاً خوبی برخوردار هستند.

پلی اتیلن‌ها براساس اختلاف چگالی به سه دسته ی مهم تقسیم می‌شوند که به شرح زیر می‌باشد.

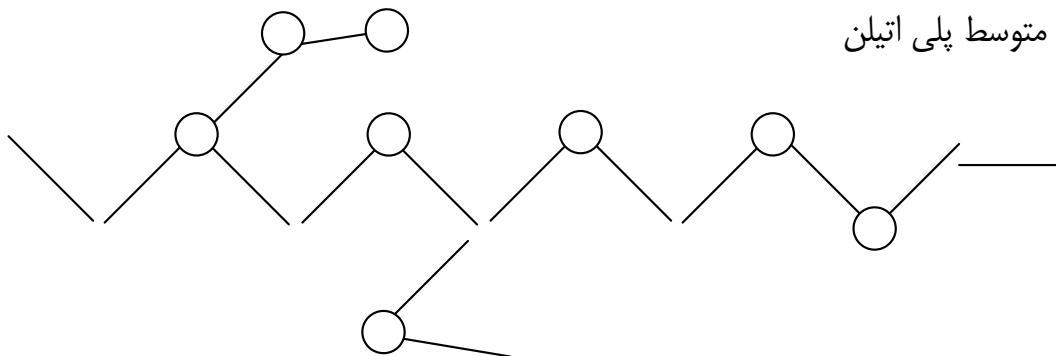
ساختار نوع چگالی بالای پلی اتیلن



1-High density Poly Etilen (HDPE)

$P=0.940\text{---}0.965$

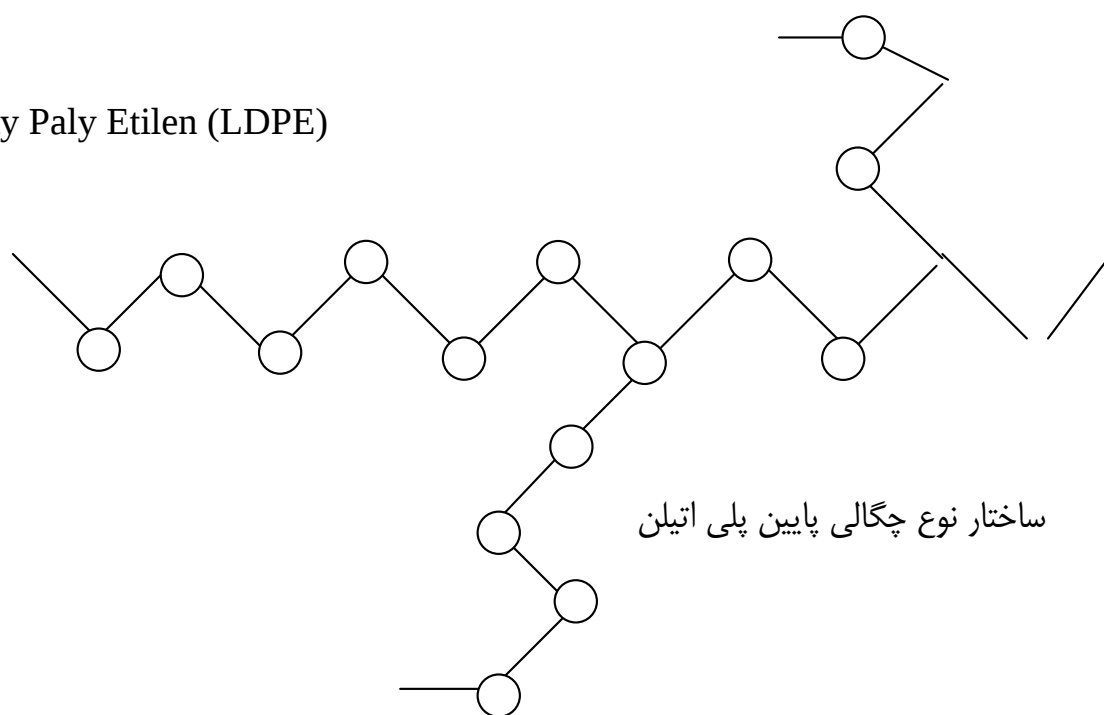
ساختار نوع چگالی متوسط پلی اتیلن



2-Medium density Poly Etilen (MOPE)

$P=0.925\text{---}0.940$

## 3-Low density Paly Etilen (LDPE)



این اعضای پلی اتیلن هر کدام با تغییر چگالی باعث تغییر خواصی همچون خواص مدول یانگ، استحکام کشش، مقاومت گرما می شود (رابطه ای مستقیم با چگالی دارند).

عموماً پلی اتیلن هایی که چگالی بیشتری دارند، پایداری ابعاد و خواص فیزیکی بهتری را شامل می شوند. گسترش پایداری حرارتی پلی اتیلن ها از  $120^{\circ}\text{F}$  برای LDPE(3) تا  $250^{\circ}\text{F}$  برای HDPE(1) تغییر پذیر است. این نکته حائز اهمیت است که با افزایش چگالی ما درصد افزایش طول کاهش می یابد و همچنین LDPE دارای بیشترین درصد افزایش طول در همه ی پلاستیکها می باشد، پلی اتیلن ها به دلایل ذکر شده و خواص ذکر شده در بسیاری زمینه ها کاربرد دارند از جمله در ساختن فیلها، ابزارآلات، داروها، وسایل پزشکی، پوشش سیم ها و ...

اگر با توجه به میزان مقاومت گرمایی و استحکام کشش آنها در عایق های حرارتی به طور فراوان استفاده می شوند لازم به یاد آوری است که پلی اتیلن ها برای اجرای عایق حرارتی در ساختمانهای سنگین هستند (ساختمان نمی تواند زیاد آنها را تحمل کند) به این خاطر با وارد کردن موادی که درون پلی اتیلن ها گاز تولید کند باعث سبکی آن و ایجاد فضاهای باز در آنها می شوند و به این ترتیب ما با فوم روبرو می شویم که به دو نوع اصلی سلولهای باز همچون ابرهای اسفنجی و سلولهای بسته همچون فوم های کنار ضبط ها تجسم می شوند و با روش هایی هوا را وارد پلی اتیلن ها می کنند همچون اینکه به طور مستقیم هوا وارد پلی اتیلن می کنند و سبب تشکیل فوم پلی اتیلن می شوند و یا اینکه با وارد کردن موادی باعث ایجاد گاز (در اثر حرارت) درون پلی اتیلن می شوند. فومهای پلی اتیلن با جرم حجمی  $22/27 \text{ kg/m}^3$  و مقاومت فشار (فشرده گی ۲۵٪)  $35/5 \text{ kg/m}^3$  و مقاومت کششی  $1/4 \text{ kg/cm}^3$

انتقال حرارت در دمای عادی  $0.04 \text{ w/mk}$  و در مقابل نفوذ رطوبت کاملاً غیرقابل نفوذ می باشد و آب را جذب نمی کند و در برابر تابش فرابنفش خورشید آسیب پذیر است (کلیه عایق های پلی استیرن نیز آسیب پذیرند) و ابعاد گوناگون براساس استانداردهای جهانی دارد.

### نتیجه گیری:

کلیه موارد ذکر شده جهت آشنایی مختصر نسبت به عایق ها و لزوم توجه هر چه بیشتر به آنها از سوی مسئولان و مردم جهت کاهش مصرف انرژی می باشد.

### منابع :

- انتشارات مسکن و شهر سازی (۱۳۷۱)، راهنمای عایق کاری ساختمان.
- انتشارات مسکن و شهر سازی (۱۳۷۴)، عایق رطوبتی بام.
- انتشارات مسکن و شهر سازی (۱۳۷۷)، عایق کاری حرارتی ساختمانهای مسکونی در ایران (آیین پیشنهادی) (۱۳۷۷)
- شیمی علوی جلد دوم (آلی)، دکتر سید یحیی سلطانی، دکتر مهدی شفیع.

darlesa .narper \_ hars book of plastecs and Elastaners

[HTTP :// WWW.BUFFALLOEDU](http://WWW.BUFFALLOEDU)