

دیوار خورشیدی (دیوار ترومب _ Trombe Wall)

همانطور که میدانید مدیریت انرژی همواره یکی از مهم ترین چالش های مهندسين در سراسر جهان بوده و خواهد بود. بنابراین نوآوری در این زمینه همواره مد نظر طراحان بوده است. یکی از مواردی که همواره مهندسين بر آن تمرکز داشته اند، استفاده از گرمای انرژی خورشید و نگهداری آن در فضا است. یکی از روش های استفاده از انرژی خورشیدی، ساخت دیوار خورشیدی در ساختمان هاست.

دیوار ترومب یک دیوار ذخیره ساز حرارتی است که از یک دیوار تیره رنگ که عموماً رو به جنوب است و از جنس مصالح بنایی ساخته می شود، تشکیل شده است. دیوار ترومب عموماً با شیشه های عمودی نیز پوشانده می شود. دیوار ترومب در واقع به نوعی با استفاده از اثر گلخانه ای کار میکند.



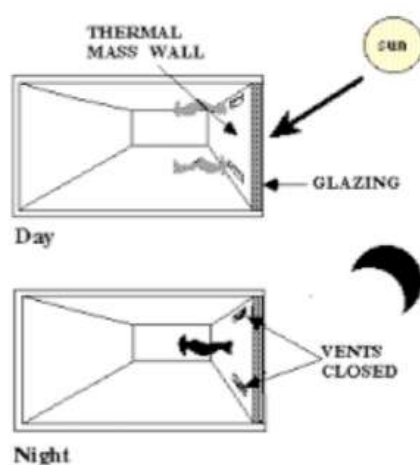
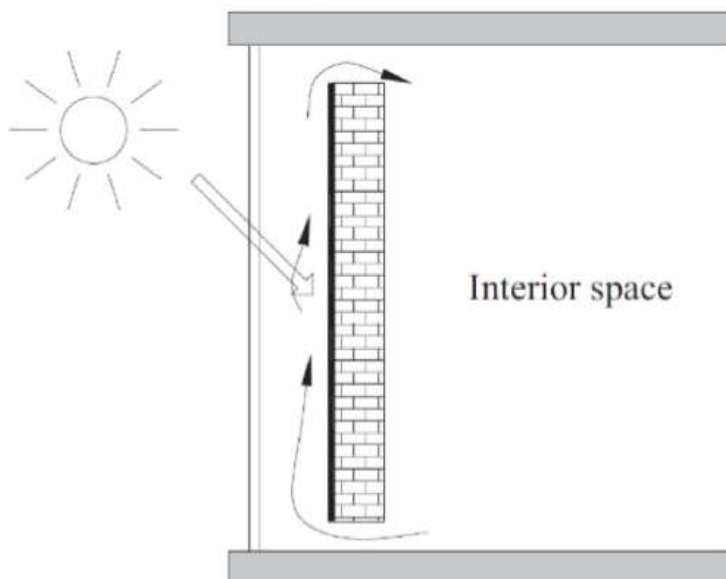
تاریخچه

این دیوار برای اولین بار در فرانسه و توسط مخترعی از این کشور به دنیا معرفی شد. اختراع این دیوار به سال ۱۹۵۰ میلادی باز می گردد که در نهایت در آزمایشگاهی در ایالت نیومکزیکوی ایالات متحده آمریکا ساخته شد. در ساخت اولین دیوار ترومب از یک دیوار بتنی معمولی بهره گرفته شد که ضخامتی در حدود ۲۰ تا ۴۰ سانتی متر داشت و با رنگ تیره پوشیده شده بود. در ساخت این دیوار از مصالحی استفاده شد که جاذب حرارت بودند و در مجاورت آن یک شیشه استفاده شد که این شیشه هم می تواند یک جداره و هم دو جداره باشد. فاصله این شیشه تا دیوار می تواند بین ۲۰ تا ۱۵۰ میلی متر باشد تا جریان هوا قابلیت چرخیدن در بین دیوار و شیشه را داشته باشد.

چگونگی کارکرد دیوار ترومب

زمانی که نور خورشید به دیوار می تابد، گرمای خورشید پس از عبور از شیشه توسط دیوار جذب و در آن ذخیره می شود. سپس گرمای ذخیره شده به آرامی توسط دیوار به داخل فضا هدایت می شود. عملکرد این دیوار به این شکل است که گرما را در طول روز ذخیره می کند و در طول شب به محیط داخلی منتقل می کند.

هنگامی که شب می‌شود دمای سطح جذب کننده دیوار و لایه‌های اطراف آن به پایین‌تر از دمای اتاق می‌رسد که این امر باعث می‌شود با متراکم شدن هوای سرد در فضای شیشه، هوای سرد از پایین وارد فضای خانه شده و هوای گرم از دریچه بالایی وارد محفظه بین دیوار و شیشه می‌شود. بنابراین بهترین راه برای کنترل منافذ، صفحه‌ای است که وزن سبکی دارد و بر روی منفذ بالایی دیوار ترومب قرار می‌گیرد.

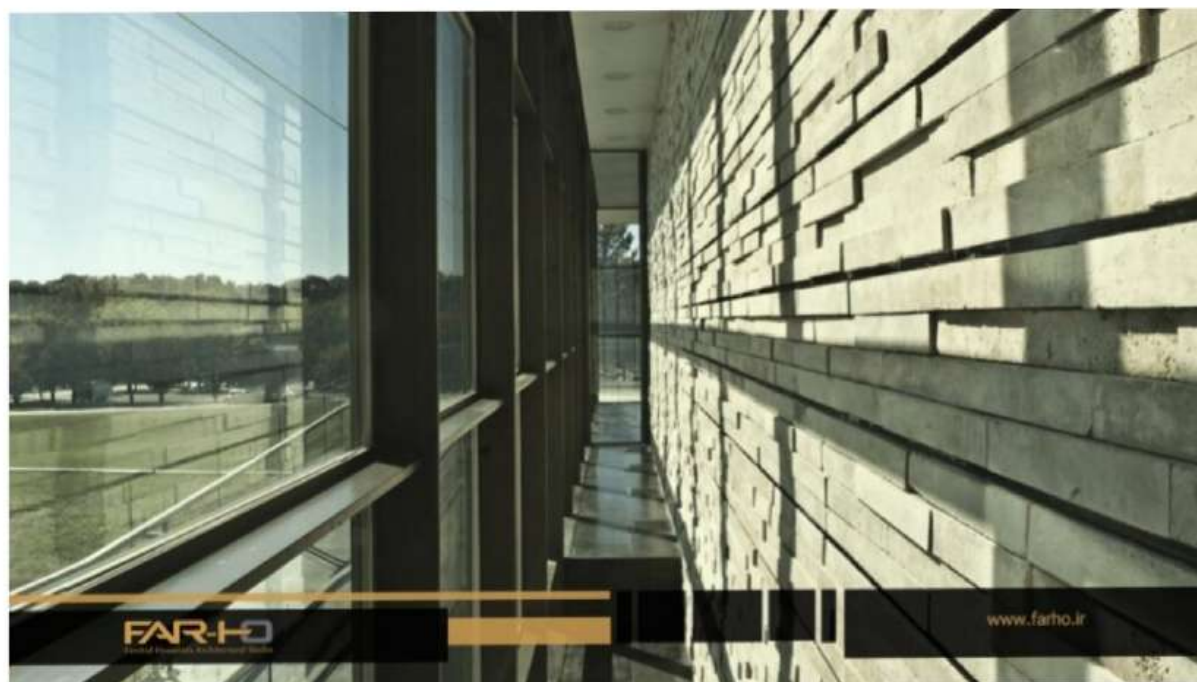


عناصر اصلی دیوار ترومب

هر دیوار ترومب یا سامانه گرمایش خورشیدی می‌بایست دارای حداقل دو عنصر باشد:

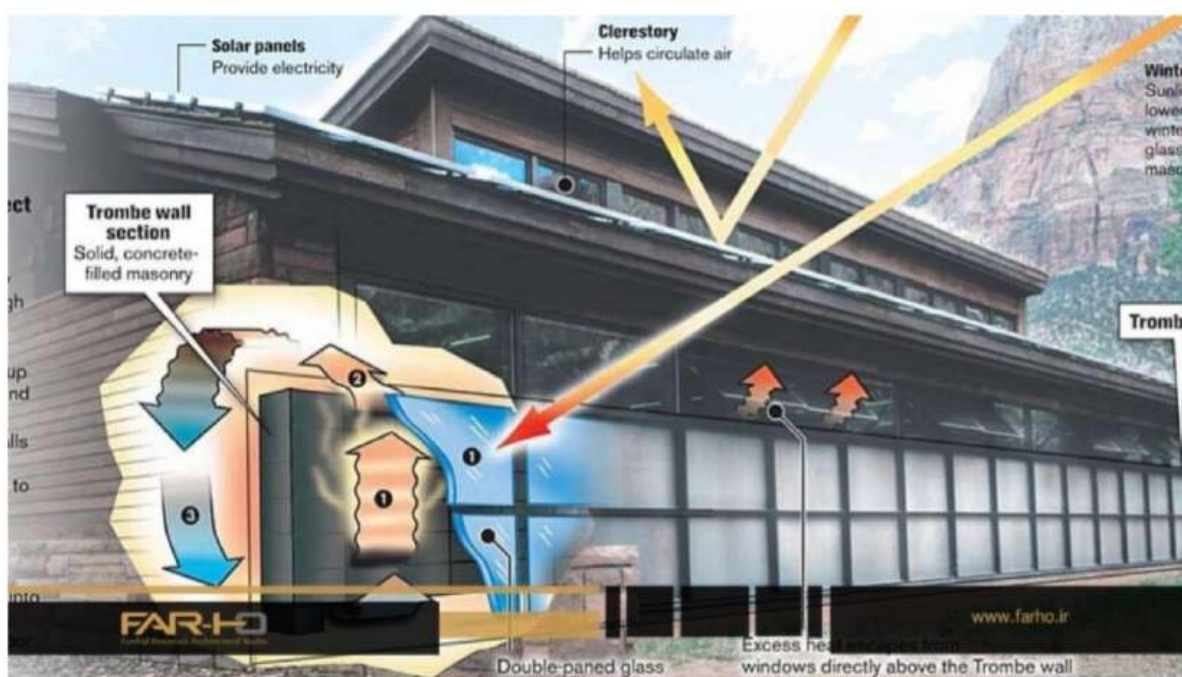
عناصر اول: گردآور که همان شیشه‌های رو به جنوب هستند.

عناصر دوم: عنصر ذخیره ساز انرژی که معمولاً از یک جرم حرارتی تشکیل می‌شود.



یک دیوار ترومب از چه موادی ساخته میشود ؟

اگر چه دیوار ترومب معمولاً از مواد جامد مانند (بتن، آجر و خشت- سنگ - فلز) که با یک لایه هوا و یک لایه شیشه عایق و یک مخزن ترکیب شده است تا یک جمع‌کننده حرارتی خورشیدی را شکل دهند، ساخته شده است اما می‌توان آن را از ظروف محتوی آب نیز ساخت. اکثر دیوارهای آبی از لوله‌های عمودی تشکیل می‌شوند، اگر لوله‌های فولادی مورد استفاده قرار گیرند ضلع رو به شیشه آن‌ها با رنگ تیره و ضلع رو به اتاق را با رنگی روشن رنگ آمیزی میشوند ولی معمولاً در ساخت این لوله‌ها اغلب از پلاستیک‌های شفاف یا نیمه شفاف استفاده می‌کنند تا امکان عبور نور را میسر سازند. آب را می‌توان به همان صورت شفاف نگه داشت یا از مواد رنگی در آن استفاده نمود، لوله‌های شفاف به دلیل شکست نور در آن‌ها از زیبایی ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. آب شفاف به همان اندازه آب رنگی یا ظروف کدر در ذخیره ساختن گرما کارآمد می‌باشند. در اقلیم گرم می‌بایست بر روی شیشه دیوار ترومب در طول تابستان یک صفحه سایه انداز کشید. مجموع مساحت نور گیرهای جنوبی نباید از ۲۰ درصد زیر بنا تجاوز کند.



دریچه تخلیه

دریچه تخلیه نزدیک بالای دیوار که برای بیرون دادن هوا در طول تابستان استفاده می‌شود قرار می‌دهند. این چنین دریچه‌هایی باعث می‌شوند که دیوار ترومب مانند یک دودکش خورشیدی عمل کند که هوای تازه را در طول روز حتی اگر نسیمی نباشد، به داخل پمپ کند.

اندازه گیری ها

دیوار ترومب متداول از یک دیوار بنایی معمولی بتنی با ضخامت ۴۰ تا ۲۰ سانتیمتر که با رنگ تیره پوشیده شده و از مصالح جاذب حرارت در آن‌ها استفاده شده‌است و مجاور یک شیشه یک جداره یا دو جداره قرار می‌گیرد و شیشه با فاصله ۲۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر از دیوار قرار گرفته تا یک فضای جریان هوا ایجاد شود. گرمای خورشید پس از عبور از شیشه توسط دیوار جذب می‌شود و در آن ذخیره می‌شود و به آرامی توسط دیوار به داخل فضا هدایت شود.

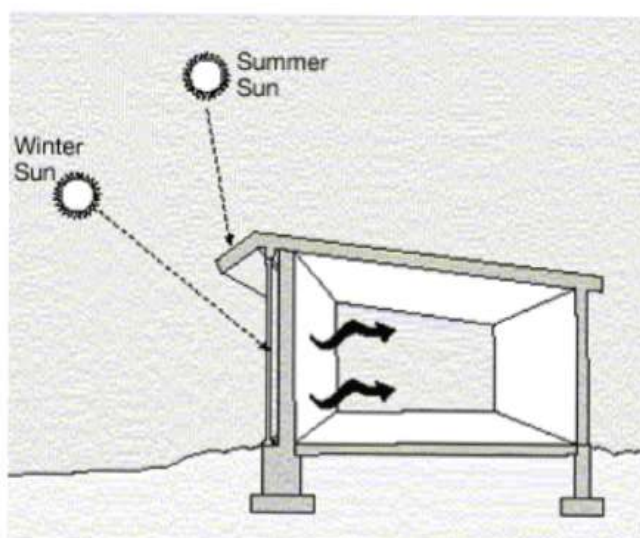
انواع دیوار ترومب

دیوار ترومب انواع مختلفی دارد که از جمله مهم ترین انواع آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- دیوار ترومب بدون جریان هوا
- دیوار ترومب با جریان هوا
- دیوار ترومب بومی

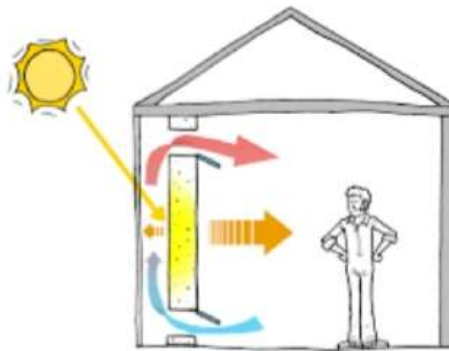
دیوار ترومب بدون جریان هوا

در این نوع دیوار ترومب برای انتقال گرما از روش تشعشع استفاده می‌شود. گرمای خورشید در طول روز درون دیوار ذخیره می‌شود و در شب به روش تشعشع درون فضای داخلی آزاد می‌شود. بنابراین کاربرد این دیوار ترومب بیشتر در شب است. این دیوار نقشی در گرمایش فضا در روزهای سرد زمستان و سرمایش در طول گرمای تابستان بازی نمی‌کند.



دیوار ترومب با جریان هوا

در این نوع از دیوار از روش همرفت برای انتقال انرژی استفاده می‌شود. دو دریچه دمپر به ابعاد ۲۰ در ۵ به فواصل مساوی در بالا و پایین دیوار تعبیه می‌شود. بر خلاف نوع قبلی دیوار ترومب، این دیوار می‌تواند هم عملکرد سرمایشی داشته باشد و هم عملکرد گرمایشی. فاصله بین دو جداره ترومب در این دیوار ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر است.



دیوار ترومب بومی

در این نوع دیوار ترومب شیشه از مجموعه دیوار حذف شده است. عدم وجود شیشه به این معنا نیست که نقش شیشه در آن وجود ندارد بلکه در دیوار ترومب بومی مصالح دیگر جایگزین شیشه شده‌اند. دیوار ترومب بومی عموماً در ضلع جنوبی بنا قرار می‌گیرد. ترومب بومی از دو دیوار تشکیل شده است که با فاصله از هم قرار می‌گیرند، فضای خالی در بین آنها قرار دارد و در بخش جنوبی بنا نصب می‌شوند. دیوار خارجی نسبت به دیوار داخلی ضخامت کمتری دارد و در واقع نقش دیوار خارجی مشابه شیشه در دیگر انواع دیوار ترومب است.

به شکلی دیگر نیز میتوان دیوار ترومب را دسته بندی کرد :

انواعی که برای مقاصد گرمایشی استفاده میشوند و انواعی که برای مقاصد سرمایشی

الف) انواع گرمایشی خود به هفت شکل تقسیم میشوند :

. دیوار ترومب کلاسیک (CTW)

. دیوار ترومب کامپوزیت یا دیوار ترومب-میشل (TMW)

. دیوار ترومب آبی (TWT)

. دیوار ترومب زیگزاگ (ZTW)

. دیوار ترومب خورشیدی شفاف (STW)

. دیوار ترومب فلوییداز شده (FTW)

. دیوار ترومب فتوولتائیک (PVTW)

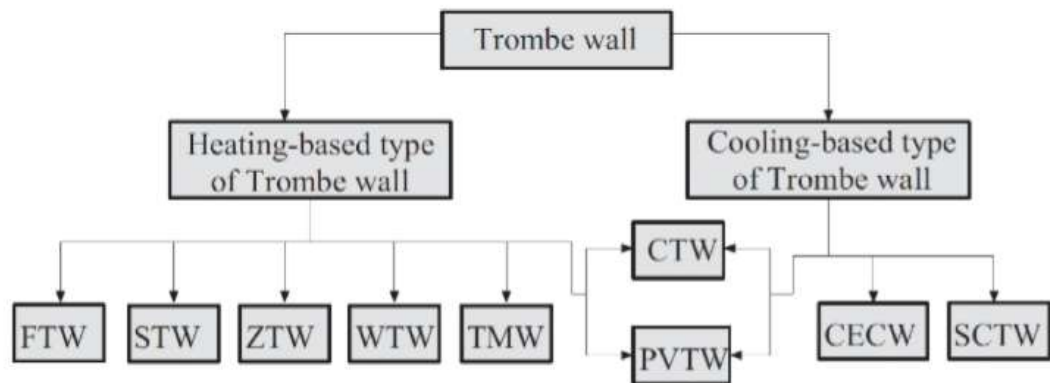
ب) انواع سرمایشی نیز به دسته های زیر تقسیم بندی میشوند:

. دیوار سرمایش تبخیری سرامیکی (CECW)

. دیوار ترومب کلاسیک برای حالت سرمایشی (CTW)

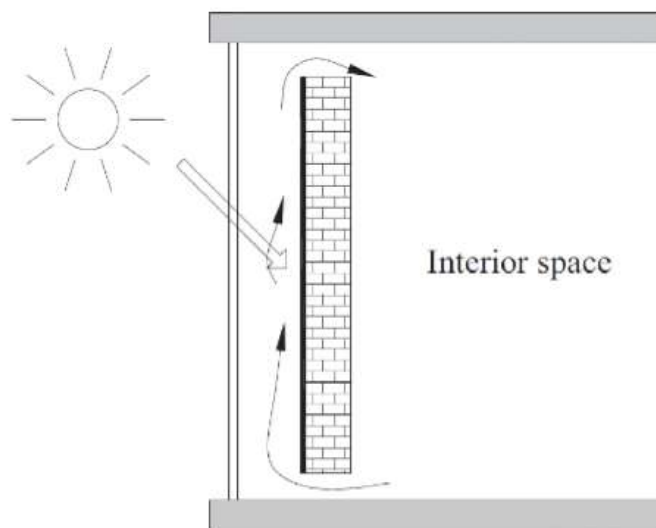
. دیوار ترومب فتوولتائیک برای حالت سرمایشی (PVTW)

. ترکیب دیوار ترومب با دودکش خورشیدی (SCTW)



دیوار ترومب کلاسیک

این نوع دیوار همان دیوار ترومبی ست که پیش تر در موردش صحبت کرده ایم . در این نوع دیوار سطح خارجی دیوار رنگ آمیزی سیاه داشته تا ضریب جذب افزایش پیدا کند و در جلوی آن یک سطح شیشه ای قرار میگیرد.



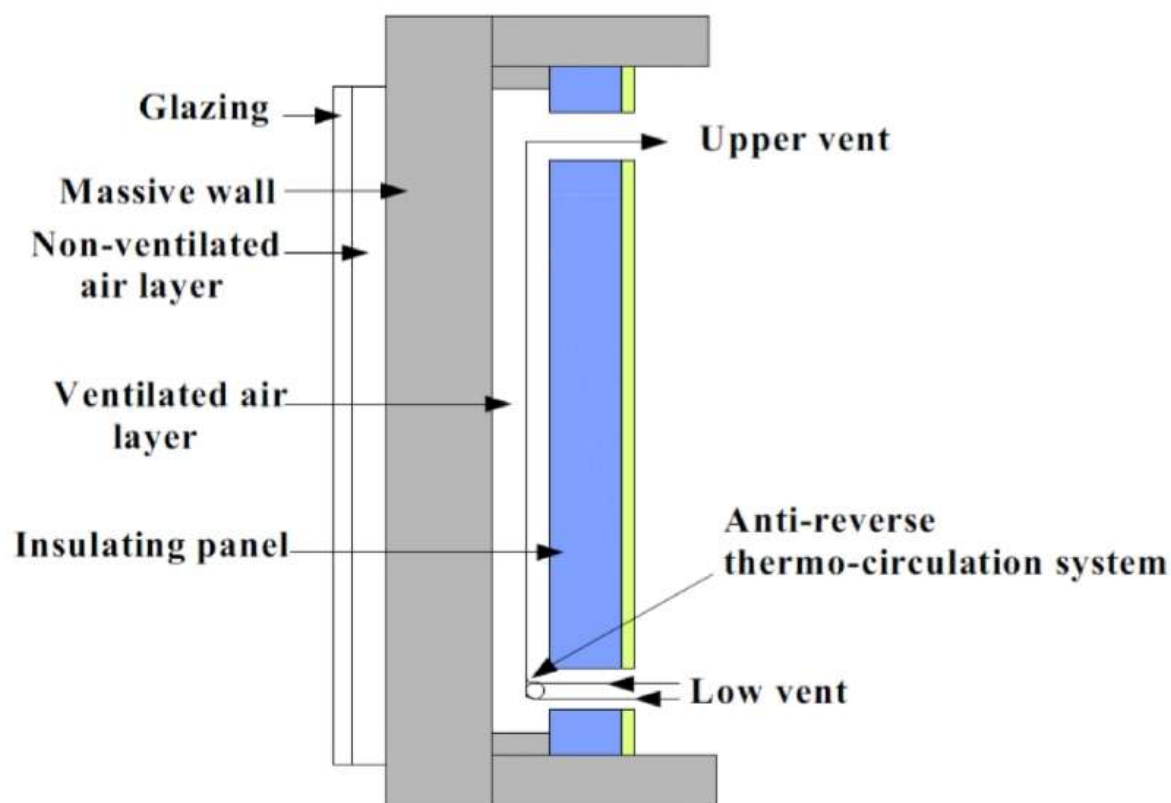
دیوار ترومب کامپوزیت یا ترومب-میشل

پیکربندی دیوار کلاسیک دارای نقاط ضعفی ست مثل مقاومت حرارتی پایین که این موضوع باعث میشه در طول شب یا روزهای بارانی بخشی از شار حرارتی از سمت داخل به سمت خارج منتقل شود در نتیجه بخش زیادی از انرژی هدر میرود . به منظور افزایش مقاومت حرارتی دیوار ترومب کلاسیک ، نوع دیگری از دیوار ترومب به نام دیوار ترومب کامپوزیت یا دیوار ترومب-میشل توسعه یافت. این نوع دیوار از لایه های متعددی تشکیل شده ست :

یک لایه شفاف بیرونی ، یک لایه هوای بسته ، یک دیوار خازن ، یک لایه هوای تهویه شده و یک لایه عایق حرارتی (طبق شکل زیر از چپ به راست)

لایه اول که شفاف ست ، مقدار زیادی از تابش خورشیدی دریافتی را به سمت داخل گسیل میکند . تحت تاثیر اثر گلخانه ای ، محیط بین لایه شفاف و دیوار خازنی گرم و دیوار خازنی بخش زیادی از این انرژی را جذب میکند . این انرژی حرارتی از طریق رسانش در دیوار حرارتی به سمت داخل منتقل میشود و سپس با استفاده از همرفت انرژی حرارتی به اتاق منتقل میشود .

به علت مقاومت حرارتی بالای این دیوار ، شار حرارتی اندکی از داخل به خارج منتقل میشود . علاوه بر این با تنظیم جریان هوا میتوان نرخ گرمایش را کنترل کرد .

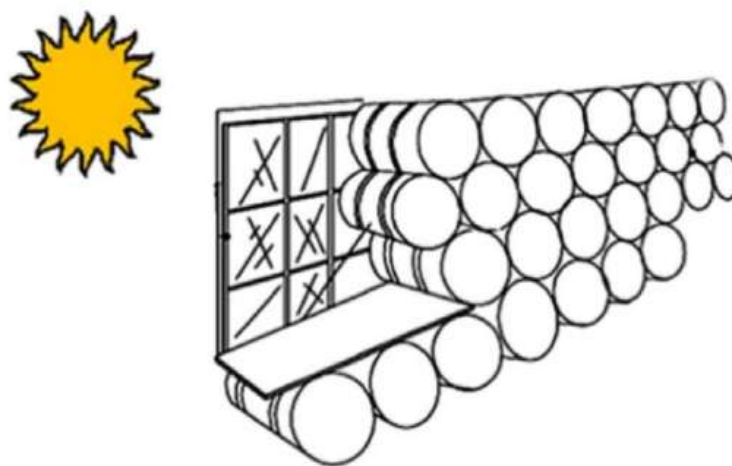


دیوار ترومب آبی

در این نوع دیوار از آب به جای مصالح ساختمانی به عنوان خازن حرارتی استفاده میشود. از آنجا که گرمای ویژه ی آب بیشتر از گرمای ویژه ی مصالح ساختمانی است، دمای سطح آب به اندازی دمای مصالح ساختمانی افزایش نمیابد، در نتیجه گرمای کمتری از طریق سطح شیشه ای بازگردانده میشود.

یکی از معایب این نوع دیوار، نگهداری سخت تر آب نسبت به مصالح ساختمانی دیگر است.

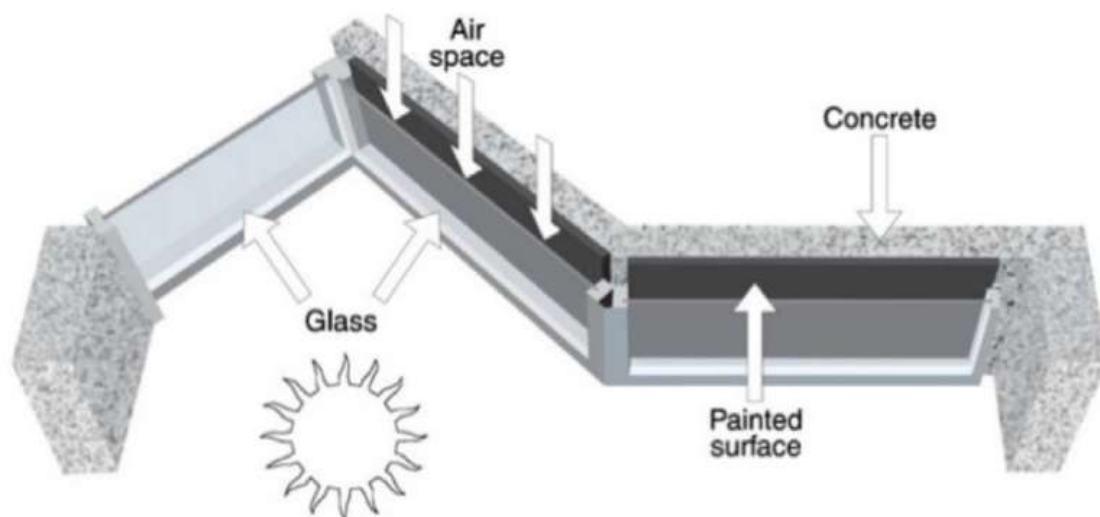
نمونه ای از دیوار ترومب آبی که لوله ها میتوانند هم عمودی و هم افقی قرار بگیرند:



دیوار ترومب زیگزاگ

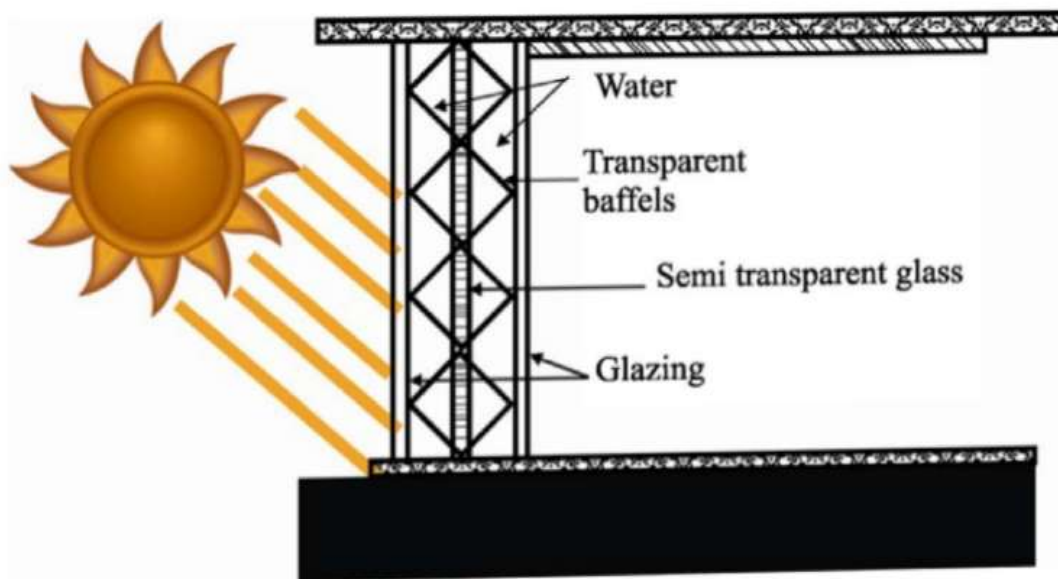
ویژگی مهم این دیوار تقلیل دریافت حرارتی مازاد و خیرگی در روزهای آفتابی است .

این دیوار از سه مقطع تشکیل میشود . یک مقطع به طور کامل رو به جنوب و دو مقطع دیگر به صورت زاویه دار و رو به داخل و به شکل 8 اند . مقطعی که رو به جنوب شرق است دارای نور گذری است که در سرمای اول صبح ، زمانی که گرمایش سریع مورد نیاز است ، نور و حرارت را تامین میکند .



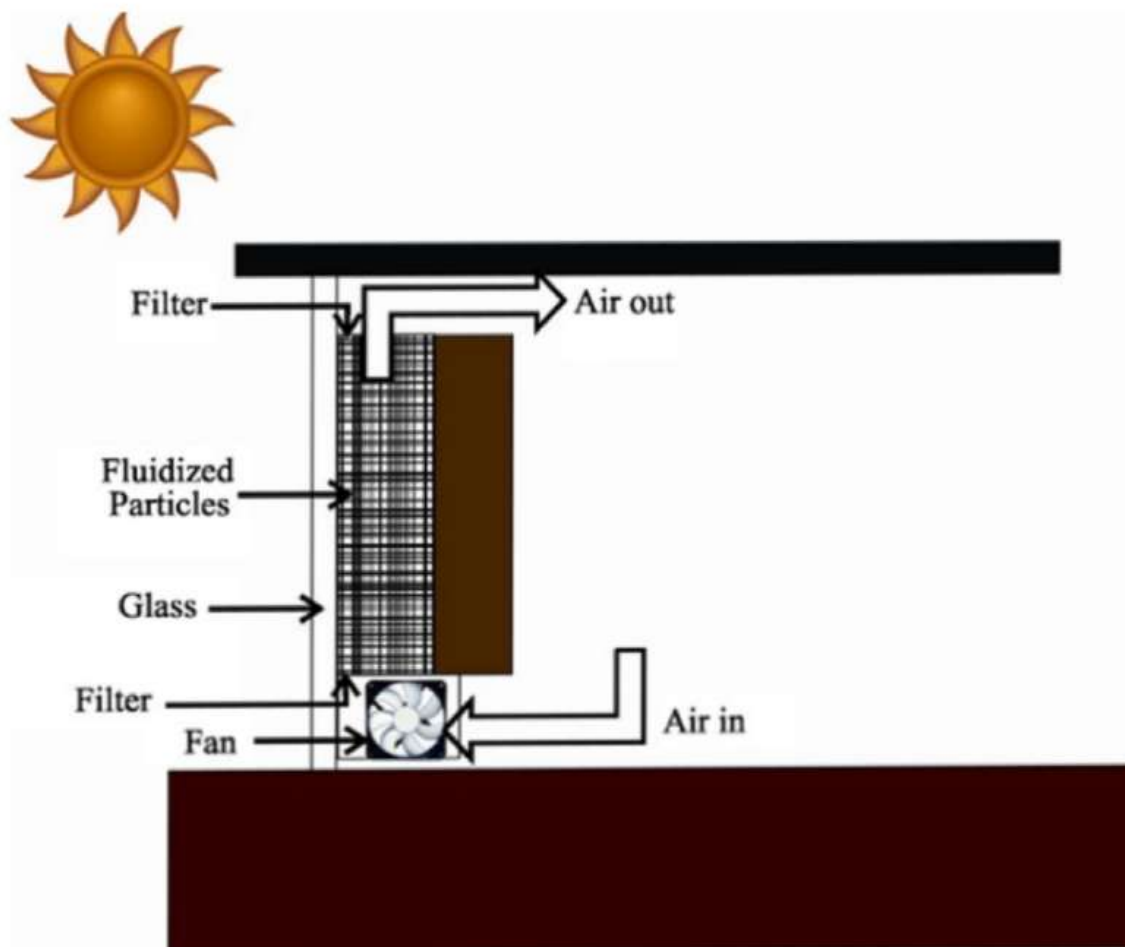
دیوار ترومب خورشیدی شفاف

این نوع دیوار یک نقش زیبایی شناختی را از طریق ایجاد دسترسی بصری به داخل ساختمان ایفا و هم گرما و هم روشنایی را برای ساکنین فراهم میکند. این دیوار از یک محفظه بسته ی آب بین دو قاب شیشه ای که توسط یک قاب فلزی نگه داشته میشود ، تشکیل شده است . یک صفحه ی نیمه شفاف جاذب بین دو قاب موازی شیشه قرار دارد . بخشی از تابش خورشیدی دریافتی به وسیله ی آب و صفحه ی شیشه ای نیمه شفاف جذب میشود و مابقی تابش عبور داده میشود که هم باعث گرمایش و هم روشنایی داخل بنا میشود .



دیوار ترومب فلویدایز شده

این نوع دیوار شیشه دیوار ترومب کلاسیک ست با این تفاوت که فضای خالی بین دیوار ترومب و فضای شیشه ای توسط مواد فوق جاذب با چگالی پایین پر شده ست . انرژی دریافت شده توسط این ذرات از طریق فن هوا به داخل منتقل میشود . در این نوع دیوار در بالا و پایین کانال دو فیلتر به کار میرود که از ورود ذرات فوق جاذب به داخل فضا جلوگیری میکند .



دیوار ترومب فتوولتائیک

دیوار ترومب فتوولتائیک همان دیوار ترومب کلاسیک ست که در آن از سلول های خورشیدی نیز استفاده شده است . این نوع دیوار نه تنها حرارت لازم برای گرمایش فضای اتاق را فراهم میکند بلکه انرژی الکتریسیته نیز تولید میکند . البته پوشش سلول های خورشیدی روی شیشه باعث کاهش قابلیت گرمایشی دیوار ترومب میشود .



مزایای دیوار ترومب

دیوار ترومب همانطور که از توضیحات معرفی آن مشخص است مزایای فراوانی در حوزه انرژی دارد. از مهم ترین مزایای دیوار ترومب می‌توان به عملکرد آن به عنوان یک سپر محافظ دمایی بین ساکنین خانه و تغییرات دمایی سطح جذب کننده گرما اشاره کرد. دیوار ترومب از طریق ذخیره سازی حرارتی تغییرات دمایی را کند می‌کند. به همین دلیل این دیوار هم دما را تعدیل می‌کند و هم آن را به تأخیر می‌اندازد.

معایب دیوار ترومب

- می‌توان به مشکل نظافت کردن در آن اشاره کرد. به دلیل اینکه دیوار مصالح بنایی و شیشه‌ای که در جلوی آن قرار می‌گیرد فاصله بسیار کمی دارند بنابراین تمیز کردن بخش داخلی این شیشه بسیار مشکل ساز است.
- همچنین یکی دیگر از معایب دیوار ترومب ترموسیرکولاسیون (طرح جریان گرمایی) معکوس آن در طول شب است. چرا که هوای گرم از منفذ بالایی خارج می‌شود و هوای سرد وارد فضای داخلی می‌شود.
- از دیگر معایب دیوار ترومب می‌توان به نصب و راه اندازی آن اشاره کرد که نیاز به تخصص بالایی دارد چرا که اگر درست اجرا نشود عملکرد صحیحی نخواهد داشت.

آزاده معصومی

منابع

www.farho.ir

upgreengrade.ir

fa.wikipedia.org