سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان گیلان

به نام خدا

مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان–صرفه جویی در مصرف انرژی

❖ مدرس: خانم دکتر سیده مهدیه میراعلمی
❖ دکتری سازه/عضو هیئت علمی دانشگاه

www.optco.net
Shokufeh.Miralami@gmail.com

دکتر میراعلمی

❖ سرفصل ها:

۱– آشنایی با کلیات و تعریف

۲–مقررات کلی طراحی و اجرا و بررسی چک لیست های انرژی و نحوه تکمیل چک لیست ها

۳–معرفی روش های طراحی و الزامات آن ها

۴–راهکارهای صرفه جویی در بخش های مربوط به تاسیسات برقی و مکانیکی

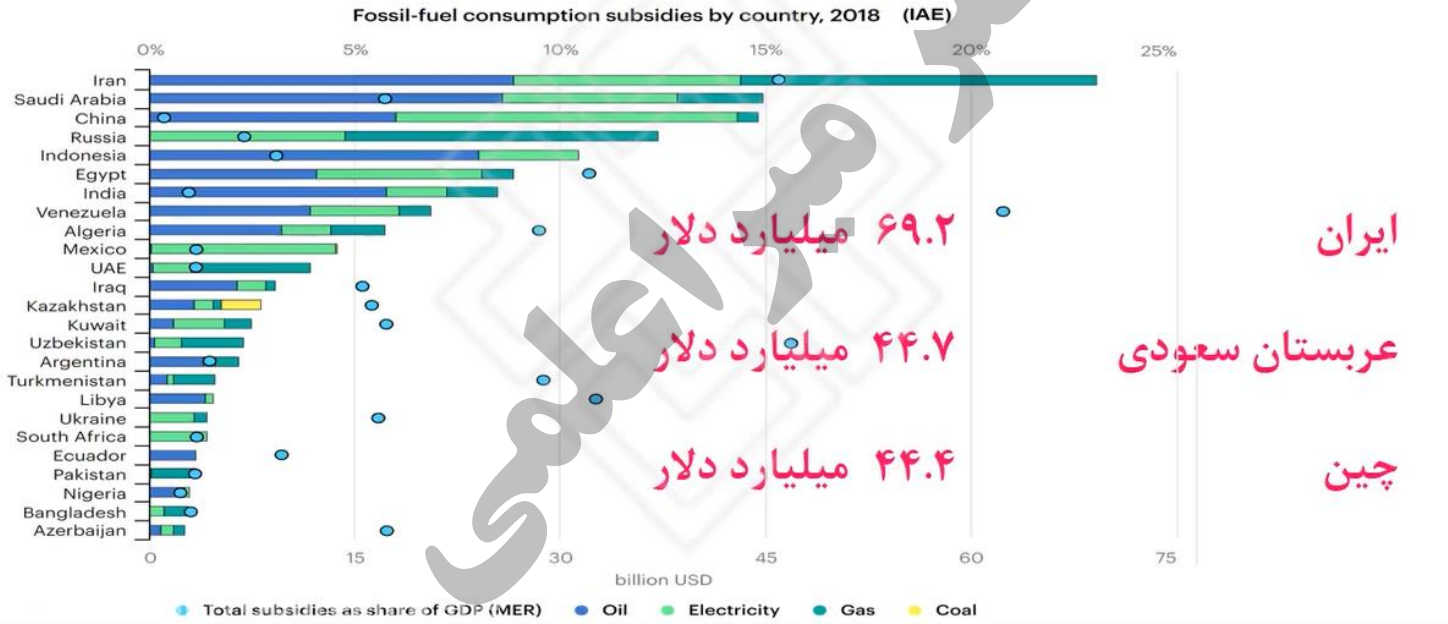
۵–استفاده از فناوریهای نوین در خصوص صرفه جویی در مصرف انرژی

دکتر میر اعلمی

وضعیت انرژی در کشور و به خصوص در بحث ساختمان مناسب نیست.

در سال ۲۰۱۸ یارانه انرژی ایران حدود ۷۰ میلیارد دلار بوده که این یارانه در سال ۲۰۱۸ ، ۱۶ درصد درآمد سرانه کشور را تشکیل داده است.

یارانه‌های مصرف سوخت‌های فسیلی کشورهای مختلف



ایران ۶۹.۲ میلیارد دلار

عربستان سعودی ۴۴.۷ میلیارد دلار

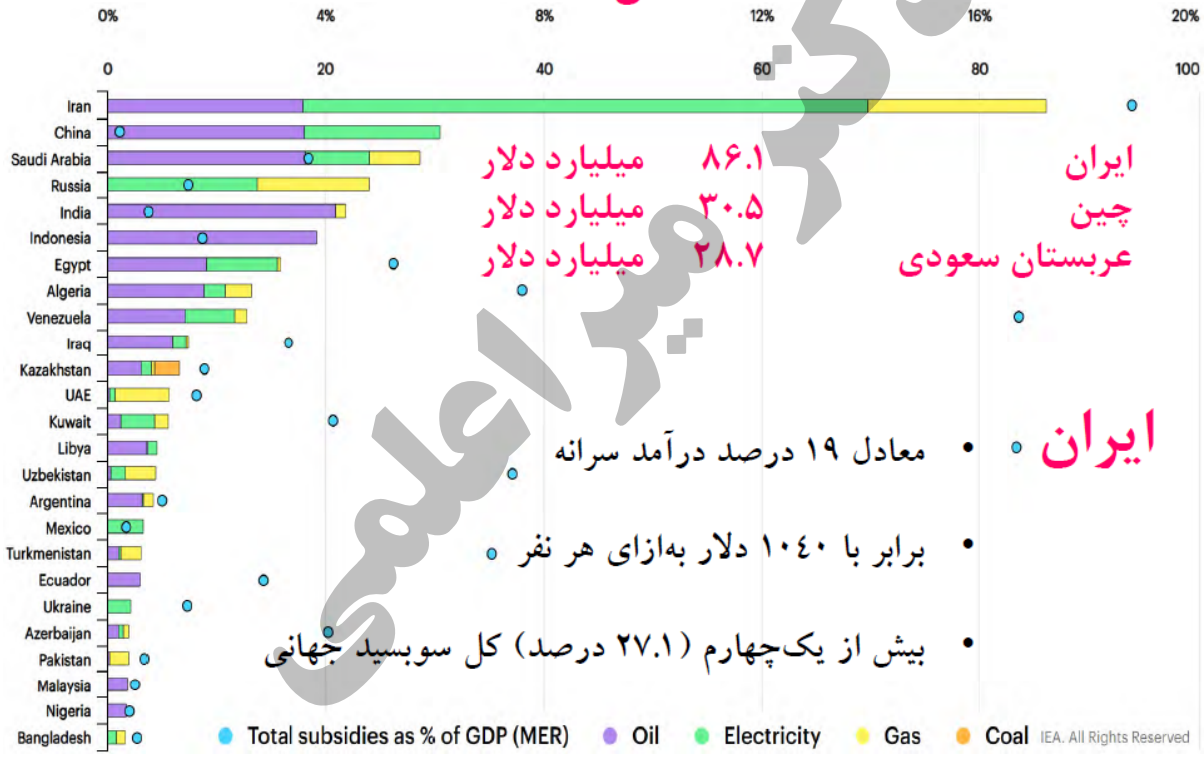
چین ۴۴.۴ میلیارد دلار

دکتر مرعلی

منبع: مرکز تحقیقات

یارانه‌های مصرف سوخت‌های فسیلی کشورهای مختلف

سال ۲۰۱۹



ایران ۸۶.۱ میلیارد دلار

چین ۳۰.۵ میلیارد دلار

عربستان سعودی ۲۸.۷ میلیارد دلار

ایران

- معادل ۱۹ درصد درآمد سرانه
- برابر با ۱۰۴۰ دلار به‌ازای هر نفر
- بیش از یک‌چهارم (۲۷.۱ درصد) کل سوبسید جهانی

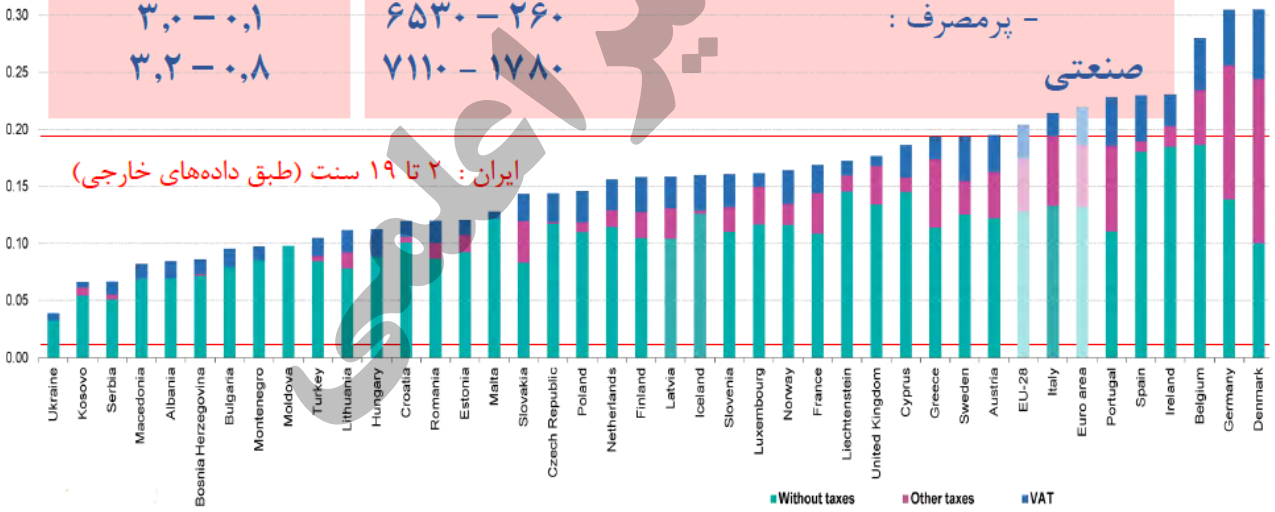
دکتر میر اعلمی

منبع: مرکز تحقیقات

وضعیت تعرفه‌های حامل‌های مختلف انرژی

تعرفه‌های برق سال ۱۴۰۰

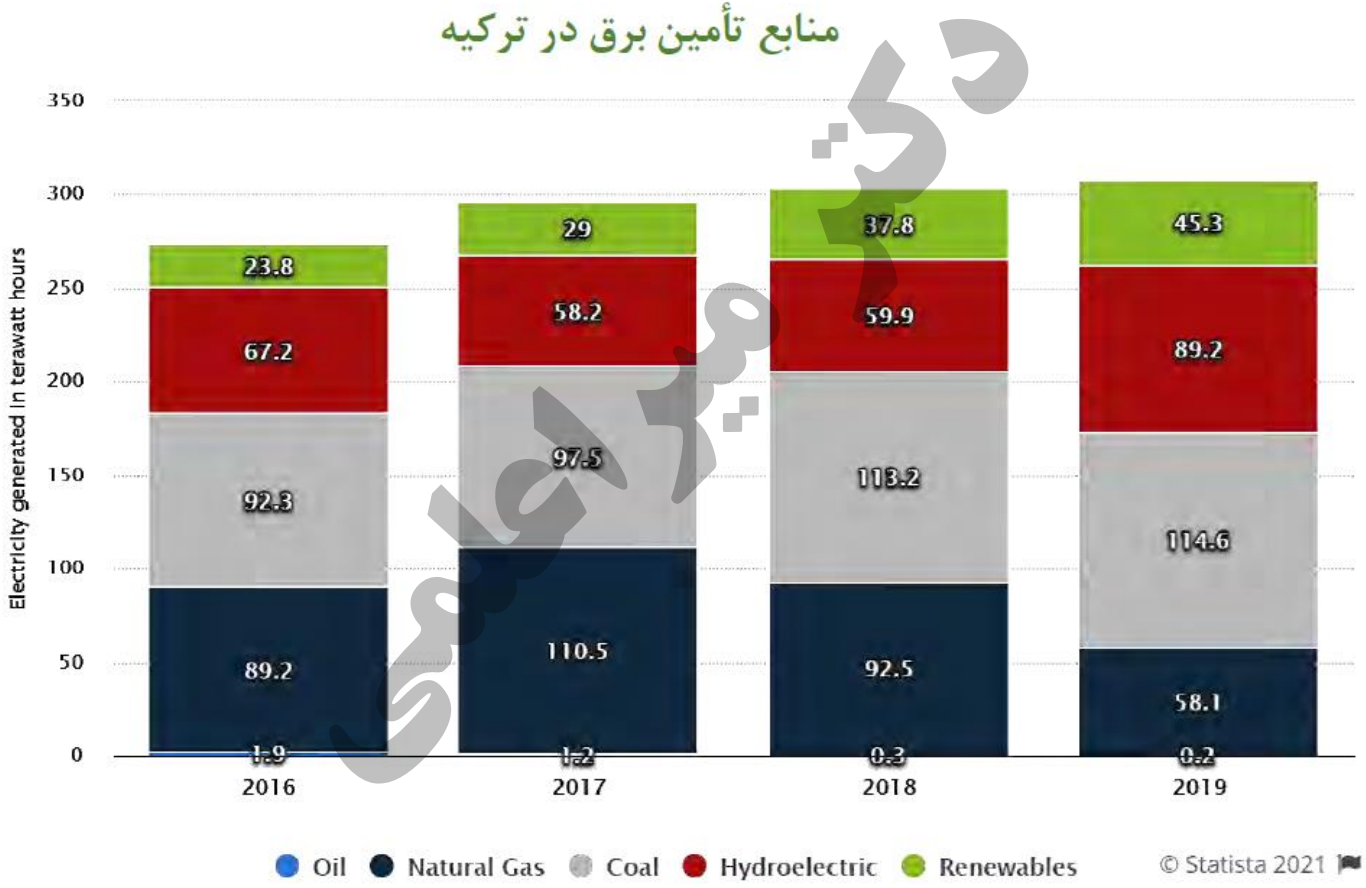
قیمت هر وات کیلووات‌ساعت	ریال	سنت (صدم دلار)
فروش (متوسط) :	۸۰۰	۰,۳۶
تمام‌شده بدون احتساب قیمت گاز:	۳۰۰۰	۱,۳۶
با احتساب قیمت گاز (معادل صادراتی):	۱۸۰۰۰	۸,۱۸
خانگی - کم‌مصرف :	۲۰۰ – ۱۶۰۰	۰,۱ – ۰,۷
- پرمصرف :	۲۶۰ – ۶۵۳۰	۰,۱ – ۳,۰
صنعتی	۱۷۸۰ – ۷۱۱۰	۰,۸ – ۳,۲



دکتر میرعلی

منبع: مرکز تحقیقات

وضعیت تعرفه‌های حامل‌های مختلف انرژی

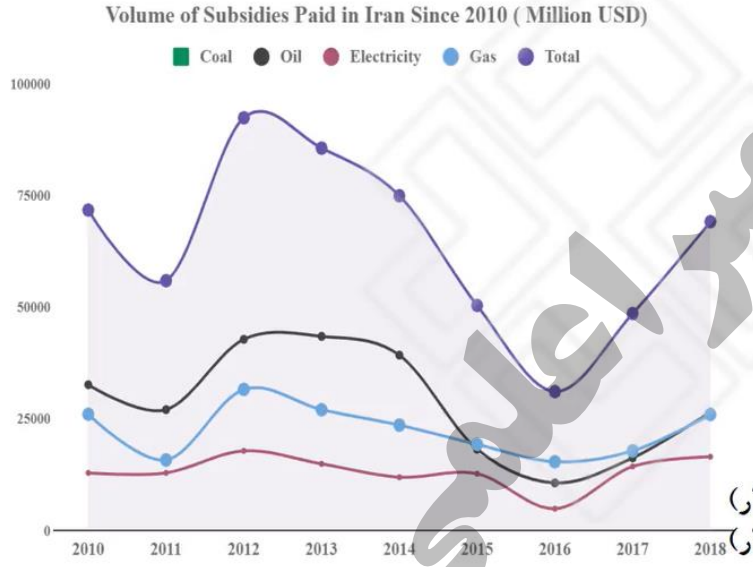


دکتر میر اعلمی

منبع: مرکز تحقیقات

یارانه انرژی ایران یک ششم کل سوبسید جهانی را به خودش اختصاص داده است. که در سال های اخیر رشد بسیار زیادی داشته و بسیار نگران کننده است.

یارانه‌های مصرف سوخت‌های فسیلی کشورهای مختلف



ایران

یک‌ششم کل سوبسید جهانی

۱۶ درصد

نفت ۲۶.۶ میلیارد دلار

برق ۱۶.۶ میلیارد دلار

گاز ۲۶.۰ میلیارد دلار

۶۹.۲ میلیارد دلار

رشد ۴۲ درصد در سال

معادل ۱۵ درصد درآمد سرانه

برابر با ۸۴۴ دلار به‌ازای هر نفر

بیشترین میزان سال ۲۰۱۲ (۹۲/۴ میلیارد دلار)

کمترین میزان سال ۲۰۱۶ (۳۱/۲ میلیارد دلار)

دکتر میر اعلی

منبع: مرکز تحقیقات

ماده ۱۸ قانون اصلاح الگوی مصرف

آیین‌نامه ماده ۱۸ قانون اصلاح الگوی مصرف

ماده ۳ – به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌ها، وزارت راه‌وشهرسازی موظف است حداکثر ظرف سه‌ماه نسبت به **بازنگری مقررات ملی ساختمان**، به‌منظور ممیزی، **تعیین رده انرژی** و چگونگی تعبیه سامانه‌های کنترلی لازم، **با جهت‌گیری به‌سوی ساختمان سبز** اقدام نماید.

دکتر میرعلی

تعداد ۱۰ آیین نامه معتبر دنیا جهت بازبینی مبحث ۱۹ مورد استفاده قرارگرفتند.

روند پیشرفت مقررات در ایران و چند کشور منتخب

India	ECBC	2017
Europe	EPBD	2012
USA	IECC	2015
	IGCC	2012
	Ashrae 90.1, 90.2	2016
France	RT	2012
UK	BR/1-2/A-B	2016
Australia	BCA	2014
Turkey	TS-825	1998
New Zeland	NZBC	1992

دکتر میرعلی

سوخت های فسیلی:

- سوخت های فسیلی مواد گیاهی و حیوانی هستند که بطور ناقص تجزیه شده و در اثر دگرگون شدن طی سالیان مختلف در لایه های زمین بصورت زغال سنگ، تورب یا پیت (Peat)، نفت و گاز طبیعی وجود دارند. امروزه منبع تامین انرژی جهان این سوختها می باشند.
- سوخت های فسیلی که در عصر حاضر از معمول ترین منابع انرژی مصرفی در جهان هستند دارای مشکلات زیر می باشند:

دکتر میر اعلمی

آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی:

- ✓اثر گلخانه ای
- ✓آلودگی هوا
- ✓تشکیل بارانهای اسیدی
- ✓اثر بر روی گیاهان
- ✓دود – مه
- ✓اثر بر روی سلامتی انسان
- ✓اثر روی ابنیه و مواد

دکتر میر اعلمی

انرژی های جایگزین:

- ✓تابش خورشید/باد/باران/جزرومد/امواج/زمین گرمایی (ژئوترمال) (انرژی های تجدیدپذیر)
- ✓زیست توده/زیست سوخت/سوخت هیدروژنی (انرژی های تجدیدپذیر)
- ✓ نانوتکنولوژی ها
- ✓انرژی هسته ای

دکتر میر اعلمی

مصرف انرژی در ایران:

- یک فیل با وزن متوسط ۴۰۰۰ کیلوگرم و مصرف ۵۰۰ کیلو غذا و ۳۰۰ لیتر آب در روز سالیانه معادل ۱۴۰۰ کیلو نفت خام انرژی مصرف می کند.
- یک انسان با وزن متوسط ۶۵ کیلوگرم و مصرف ۳ کیلو غذا و ۳ لیتر آب در روز، سالیانه همین مقدار انرژی را مصرف می کند.
- بخش ساختمان انرژی کشور بیش از یک سوم انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص داده است. به علت این مشکل فرهنگی که قدرانرژی کمتر دانسته شده است اکثر قریب به اتفاق ساختمانهای کشور فاقد ضوابط فنی شناخته شده برای جلوگیری از به هدر رفتن انرژی سرمایی یاگرمایی می باشد.

دکتر مرعلمی

تدوین مبحث ۱۹ مقرارت ملی ساختمان:

❑این مهم درسال۷۰ برای اولین بار در کشور با تدوین ضوابط فنی برای پوسته ساختمان (بنام مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان) آغاز شد. با این حال باید پذیرفت که بجز این مورد، واقعا کارشایسته ای صورت نگرفته بود.

❑تلاش برای بهینه سازی و مصرف سوخت در ساختمان ها از اهداف عمده بخش ساختمان و مسکن می باشد تمامی فعالیت هائی که می توانند به نوعی دربهینه سازی مصرف سوخت موثر باشند از قبیل : عایق کاری تاسیسات مکانیکی، استفاده از تجهیزات باراندمان بالا ،مصالح مرغوب(مانند پنجره های دو جداره) و طراحی مناسب در راستای جلوگیری از اتلاف انرژی از اهم فعالیت های مدیریت ساختمان می باشد.

دکتر میر اعلمی

❑ساخت یک ساختمان مناسب و پاسخگو به مسئله صرفه جویی در مصرف انرژی باید ۳ ویژگی عمده داشته باشد:

۱. قابلیت جذب گرما و دفع آن زمانی که به آن نیاز است

۲. خود کفایی گرمایشی در شرایط نامساعد خارجی

۳. قابلیت حفظ گرما یا سرما در فضای داخلی

دکتر میرعلی

۱۹-۱-۱ دامنه کاربرد مبحث ۱۹:

این مقررات، در خصوص ساختمانهای جدید، در موارد زیر لازم الاجراست:

الف- ساختمان هایی که با مصرف انرژی گرم و یا سرد می شوند،

ب- سیستم ها و تجهیزاتی که در تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمانهای بند الف مورد استفاده قرار می گیرند.

این مبحث در خصوص انررژی مصرفی برای هر گونه فرایند تولید در داخل یک ساختمان موضوعیت ندارد.

کلیه ضوابط این مبحث می تواند با رعایت سایر مباحث مقررات و ضوابط فنی برای بهسازی ساختمانهای موجود نیز استفاده شود.

در مورد ساختمانهای زیر، ضوابط این مبحث لازم الاجرا نیست:

- ساختمان های مورد استفاده برای پرورش، نگهداری و تکثیر حیوانات؛

ساختمانهایی که بنا به عملکرد خاصشان، برای مدت طولانی باز نگه داشته می شوند و فضاهای داخل ساختمان در ارتباط مستقیم با فضای خارج قرار می گیرد؛

– ساختمانهای موقت، با دوره بهره برداری کمتر از ۲ سال و ساختمانهایی که دائما در حال نصب و برچیده شدن هستند؛

– ساختمانهای موجود که اقدامات بازنوسازی و بهسازی بر روی آنها محدود باشد؛

دکتر میر اعلمی

میزان کارایی انرژی ساختمان ها:

در این مبحث، سه حد کیفیت (رده انرژی) ساختمان، برای تعیین میزان کارایی انرژی ، تعریف می شود:

- **ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC)**
- **ساختمان کم انرژی (EC+)**
- **ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)**

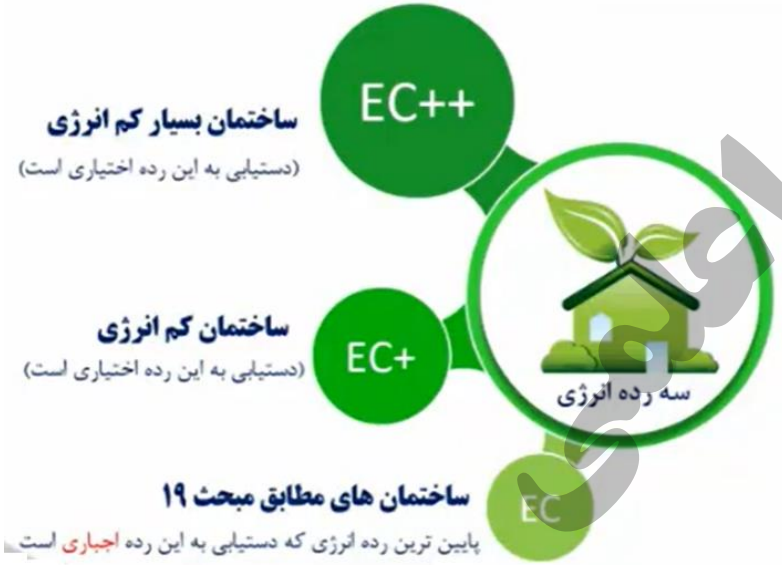
علاوه بر رده های فوق، ساختمان های ویژه ای را نیز می توان طراحی کرد که دارای مصرف انرژی نزدیک به صفر هستند.

لازم به ذکر است دستیابی به این حد کیفیت ساختمان (از دیدگاه انرژی) اختیاری است، به استثنای مواردی که در دستورالعمل ها و بخشنامه های صادر شده توسط وزارت راه وشهرسازی در این زمینه، بسته به محل قرارگیری ساختمان (استان، شهر، ...) و مشخصات آن (تعداد طبقات، متراژ، کاربری، ...،) تعیین می گردد.

دکتر میراعلمی

ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر

در صورتیکه علاوه بر جوابگویی به انتظارات تعیین شده برای ساختمان با کارآیی انرژی EC حدود کیفیت تعریف شده براس ساختمان با کارآیی انرژی ECNZ انجام شود، این عنوان به ساختمان تعلق می گیرد.



۱۹-۲-۲ گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه بندی ساختمان ها:

حداقل میزان صرفه جویی الزامی در مصرف انرژی، که در این مبحث برای پوستهٔ خارجی ساختمان ها مشخص شده است، به سه عامل ویژهٔ اصلی وابسته است. براساس این عوامل ساختمانها گروه بندی می شوند. عوامل ویژهٔ اصلی تعیین کنندهٔ گروه ساختمان، به قرار زیر است:

۱- کاربری ساختمان؛

۲- درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه محل استقرار ساختمان؛

۳- تعداد طبقات و سطح زیربنای مفید ساختمان؛

۴-گونه بندی از نظر شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی

۵-گونه بندی نحوه استفاده از ساختمان های غیرمسکونی

دکتر میر اعلمی

کاربری ساختمان (*Building occupancy*):

در این مبحث، ساختمانها از لحاظ نوع کاربری، مطابق جدول، به چهار گونه تقسیم شده اند.

این گونه بندی براساس سه عامل زیر تعیین شده است:

۱– تداوم استفاده از ساختمان در طول سال و در طول شبانه روز؛

۲– شدت اختلاف دمای احتمالی بین داخل و خارج ساختمان؛

۳–اهمیت تثبیت دمای فضاهای داخل ساختمان.

نوع کاربری الف	ساختمان مسکونی، بیمارستان، کلینیک، هتل، مهمان‌سرا، آسایشگاه، خوابگاه، زایشگاه، سردخانه.
نوع کاربری ب	ساختمان اداری، ساختمان تجاری، فروشگاه، ساختمان آموزشی، دانش‌سرا، مرکز تربیت معلم، ساختمان آموزشی دانشگاهی، مجتمع فنی–حرفه‌ای، کتاب‌خانه، آزمایشگاه، مرکز تحقیقاتی، ایستگاه رادیو و تلویزیون، مرکز اصلی یا فرعی مخابرات، مرکز اصلی یا شعبهٔ بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، خانهٔ بهداشت، ساختمان پست و پلیس و آتش‌نشانی، رستوران و سالن غذاخوری.
نوع کاربری ج	ترمینال فرودگاه بین‌المللی یا داخلی، ترمینال راه‌آهن، استادیوم ورزشی سرپوشیده، تعمیرگاه بزرگ، کارخانه صنعتی (غیر از موارد ذکر شده در کاربری د)، نمایشگاه، باشگاه، تئاتر، سینما، سالن اجتماع و کنفرانس، ساختمان ایستگاه وسایل نقلیهٔ زمینی.
نوع کاربری د	انبار، تعمیرگاه کوچک، کارگاه کوچک، ساختمان صنعتی (اتومبیل‌سازی، نورد و ذوب فلزات، سیلو، کشتارگاه و مشابه آن‌ها)، پارکینگ در طبقات، آشیانهٔ حفاظتی هواپیما، ساختمان میدان‌های میوه و تره‌بار، ایستگاه مترو، پناهگاه.

دکتر میر اعلمی

۱۹-۲-۲-۱-۲-گونه بندی مناطق مختلف کشور از نظر درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه:

در این مبحث، مناطق مختلف کشور، از نظر درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه، سه گونه اند:

- مناطق دارای درجه انرژی سالانه کم؛
- مناطق دارای درجه انرژی سالانه متوسط؛
- مناطق دارای درجه انرژی سالانه زیاد.

در پیوست ۳، گونه بندی درجه انرژی سالانه ۲۴۵ شهر کشور، که دارا ی ایستگاه هواشناسی اند، درج شده است.

- در صورتی که شهر محل استقرار ساختمان در این پیوست ذکر نشده باشد، باید نزدیکترین ایستگاه هواشناسی مندرج در این پیوست ملاک عمل قرار گیرد.
- به عنوان مثال برای شهر رشت: براساس نیاز غالب انرژی از نوع گرمایی، درجه انرژی کم دارد.

دکتر میرعلی

۱۹-۲-۲-۱-۳-گونه بندی تعداد طبقات و سطح زیربنای مفید ساختمان:

در این مبحث، ساختمان ها از نظر تعداد طبقات و سطح زیربنای مفید به دو گونه اند:

– ساختمان های ۹ طبقه و کمتر با زیربنای مفید کمتر از ۲۰۰۰ مترمربع؛

– دیگر ساختمانها (ساختمانهای با بیش از ۹ طبقه یا با زیربنای مفید مساوی یا بیشتر از۲۰۰۰ مترمربع).

دکتر میر اعلمی

۱۹-۲-۲-۱-۴-گونه بندی از نظر شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی:

ساختمان ها از نظر شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی، به دو گونه تقسیم می شوند:

– ساختمان های دارای امکان بهره گیری مناسب از انرژی خورشیدی؛

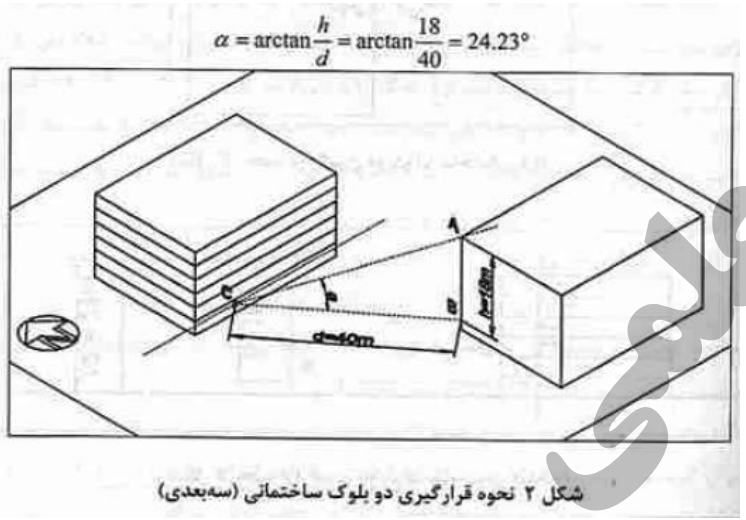
– ساختمان های دارای محدودیت در بهره گیری از انرژی خورشیدی.

ساختمانی دارای امکان بهره گیری مناسب از انرژی خورشیدی شناخته می شود که، مطابق پیوست ۳، دارای نیاز غالب سرمایی نباشد، مساحت جدارهای نورگذر آن در جهت جنوب شرقی تا جنوب غربی بیش از یک نهم زیربنای مفید ساختمان باشد، و همچنین موانع تابش نور خورشید به ساختمان با زاویه ای کمتر از ۲۵ درجه نسبت به افق دیده شود.

ساختمانی که فاقد یکی از شرایط فوق باشد، ساختمان دارای محدودیت در بهره گیری از انرژی خورشیدی شناخته می شود.

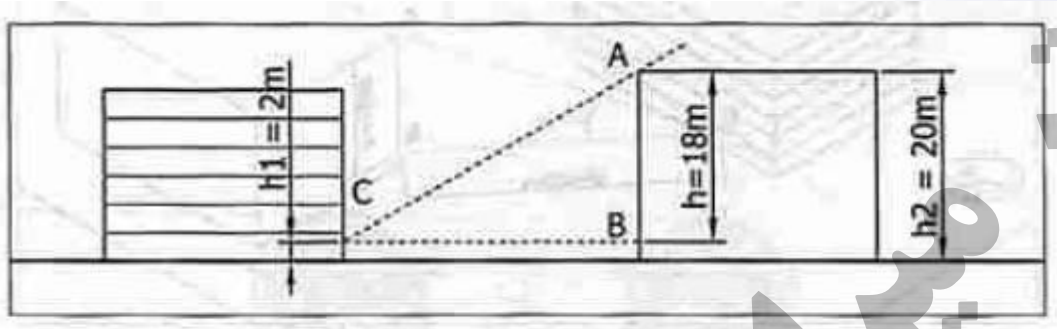
مثال:

در شکل های زیر محل قرارگیری دو بلوک ساختمانی هر یک به ارتفاع ۲۰ متر نشان داده شده است. زاویه دید در نقطه C مدنظر است. این نقطه در طبقه همکف یکی از بلوک ها به فاصله ۱۰ متر از لبه ساختمان و در ارتفاع ۲ متری از کف زمین واقع شده است. فاصله افقی دو نقطه برابر ۴۰ متر و فاصله عمودی برابر با ۱۸=۲−۲۰ متر می باشد. مطلوبست تعیین زاویه دید در نقطه C

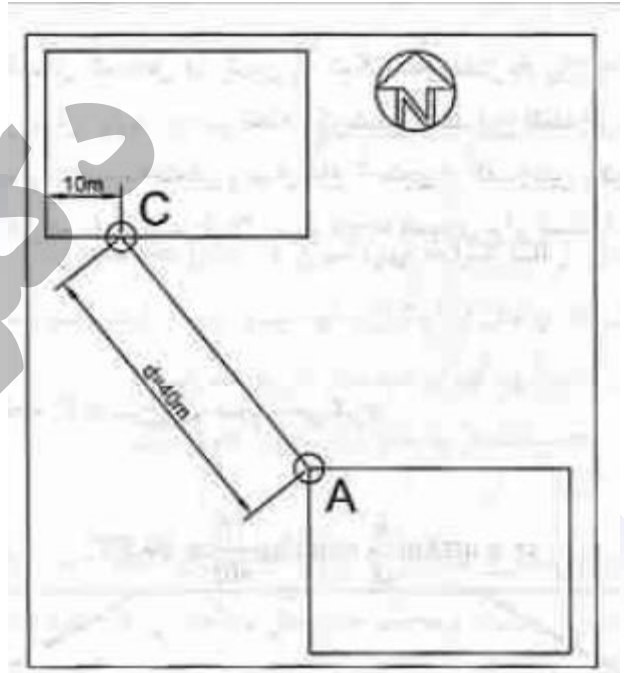


شکل ۲ نحوه قرارگیری دو بلوک ساختمانی (سه‌بعدی)

دکتر میر اعلی



شکل ۴ نحوه قرارگیری دو بلوک ساختمانی (مقطع)



شکل ۳ نحوه قرارگیری دو بلوک ساختمانی (پلان)

دکتر مهر اعلمی

۱۹-۲-۲-۱-۵-گونه بندی نحوهٔ استفاده از ساختمان های غیرمسکونی

ساختمان های غیر مسکونی، از نظر نحوهٔ استفاده به دو گونه تقسیم می گردد:

– استفادهٔ منقطع: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن)، به گونه ای که در هر شبانه روز، دست کم ده ساعت در روند استفاده وقفه بیفتد و بتوان کنترل دما در محدودهٔ متعارف زمان اشغال فضاها را متوقف کرد.

– استفادهٔ مداوم: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن) به گون های که تعریف استفاده منقطع بر آن صادق نباشد.

در حالت های زیر، فضاهای با استفادهٔ منقطع، به عنوان فضاهای با استفادهٔ مداوم تلقی می شوند:

– اینرسی حرارتی زیاد جدارهای فضاهای مربوط (پیوست ۲)

– عدم امکان کاهش دمای هوای فضا بیش از ۷ درجهٔ سلسیوس زیر محدودهٔ دمای تعیین شده یا عدم امکان افزایش آن به مقدار بیش از ۷ درجهٔ سلسیوس برای محدودهٔ دمای تعیین شده برای زمان های عدم بهره برداری ساختمان.

مثال : تعیین نوع استفاده از ساختمان

ساختمان اداری که ساعات کار رسمی آن از ۸ صبح تا ۴ بعدازظهر است حتی اگر فرض نماییم که از ساعت ۶ تا ۸ صبح و از ساعت ۴ تا ۶ بعد از ظهر نیز بخشی از کارمندان در ساختمان حضور دارند وقفه استفاده از ساختمان ۱۲ ساعت خواهد بود و می توان ساختمان را با استفاده منقطع محسوب نمود.

بدیهی است در اوقات سرد سال کاهش میزان گرمایش فضاها در زمان های عدم بهره برداری (برای مثال ساعات تعطیلی یک ساختمان اداری) باعث کاهش مصرف انرژی می شود. انجام این کار با در نظر گرفتن سیستم های برنامه ریزی امکان پذیر می گردد.

البته کاهش میزان گرمایش در هیچ شرایطی نباید باعث ایجاد خطر یخ زدگی در جدارها یا سیستمهای تأسیسات مکانیکی ساختمان گردد. در اوقات گرم سال نیز کاهش میزان سرمایش در اوقات عدم حضور بهره برداران کاهش مصرف انرژی را به دنبال دارد.

دکتر میر اعلمی

اگر از برخی فضاهای ساختمان به صورت مداوم و از برخی دیگر به صورت منقطع استفاده شود، نوع استفاده از بخش بزرگتر ملاک تصمیم گیری در مورد کل ساختمان است مگر آنکه مساحت بخش یا بخشهای کوچک تر بیش از ۱۵۰ متر مربع باشد. در این صورت لازم است محاسبات حرارتی هر بخش به صورت مستقل صورت پذیرد.

دکتر میر اعلمی

۱۹-۲-۲- تعیین گروه ساختمان ها

برای طراحی ساختمان، لازم است ابتدا گروه ساختمان تعیین گردد. در این مبحث، گروه های چهارگانهٔ ساختمان ها به قرار زیر است:

- گروه ۱: ساختمان های در اولویت بالا از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی؛

- گروه ۲: ساختمان های در اولویت متوسط از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی؛

- گروه ۳: ساختمان های در اولویت پایین از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی؛

- گروه ۴: ساختمان های در اولویت بسیار پایین از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی؛

گروه ساختمانها، پس از تعیین عوامل ویژهٔ اصلی و براساس جدول مندرج در پیوست ۴ این مبحث تعیین می شود.

ساختمان های گروه ۱ تا ۳ باید، علاوه بر رعایت ضوابط اجباری بخش ۱۹-۴، با استفاده از یکی از روش های تعیین شده برای طراحی، طراحی شوند.

در مورد ساختمان های گروه ۴، تنها رعایت ضوابط اجباری این مبحث الزامی است.

پ ۴-۲ تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

گونه‌بندی کاربری ساختمان (از بخش پ۴-۱)	درجه انرژی محل استقرار ساختمان (از پیوست ۳)	۹ طبقه یا کمتر با زیربنای مفید کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع	بیش از ۹ طبقه یا زیربنای مفید بیشتر از ۲۰۰۰ متر مربع
نوع الف	زیاد	گروه ۱	
	متوسط	گروه ۲	
	کم	گروه ۳	
نوع ب	زیاد	گروه ۲	گروه ۱
	متوسط	گروه ۳	گروه ۲
	کم	گروه ۳	گروه ۳
نوع ج	زیاد	گروه ۲	
	متوسط	گروه ۳	
	کم	گروه ۳	
نوع د	زیاد	گروه ۴	
	متوسط	گروه ۴	
	کم	گروه ۴	

دکتر مهر اعلمی

مثال : تعیین گروه ساختمان

در صورتی که ساختمانی مسکونی در شهر رشت با سطح زیربنای مفید ۹۹۹ متر مربع مد نظرباشد، مطلوبست تعیین گروه ساختمان؟

ساختمان مسکونی: نوع کاربری الف

طبق جدول پیوست (۳): با نیاز غالب گرمایشی، درجه انرژی کم دارد.

سطح زیربنای مفید: کمتر از ۲۰۰۰ متر مربع

با توجه به موارد فوق، ساختمان مورد نظر جزو گروه ۳ محسوب می شود.

❖ حال اگر ساختمانی اداری در شهر آستارا با سطح زیربنای ۲۲۰۰ متر مربع مد نظر باشد، مطلوبست تعیین گروه ساختمان؟

نوع کاربری یا نحوه تصرف ب

طبق جدول پیوست (۳): با نیاز غالب گرمایشی، درجه انرژی متوسط دارد.

سطح زیربنای مفید بیش از ۲۰۰۰ متر مربع

با توجه به موارد فوق، ساختمان مورد نظر جزو گروه ۲ محسوب می شود.

دکتر میر اعلمی

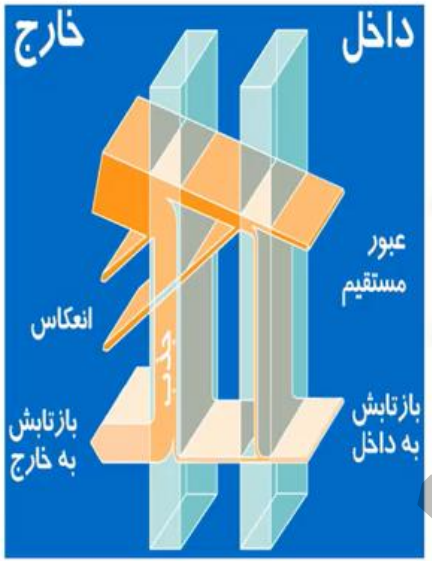
چگونه می توان مصرف را به حداقل رساند؟

❑ **راهکارهایی که برای بهینه کردن مصرف سوخت مقصود است شامل موارد زیر می باشد:**

- ✓ **اعمال سیستم مدیریت زیست محیطی**
- ✓ **افزایش بازدهی سیستم های جدید**
- ✓ **بهبود و اصلاح تجهیزات موجود**
- ✓ **گسترش فضای سبز و جنگل ها**
- ✓ **اعمال مالیات بر مصرف انرژی**
- ✓ **بهینه سازی منابع غیرانرژی مولد CO_2**
- ✓ **تغییرات و اعمال نکات مهم در طراحی ساختمانها**

دکتر میر اعلمی

تغییرات طراحی جدارهای نورگذر نسبت به ویرایش ۱۳۸۹

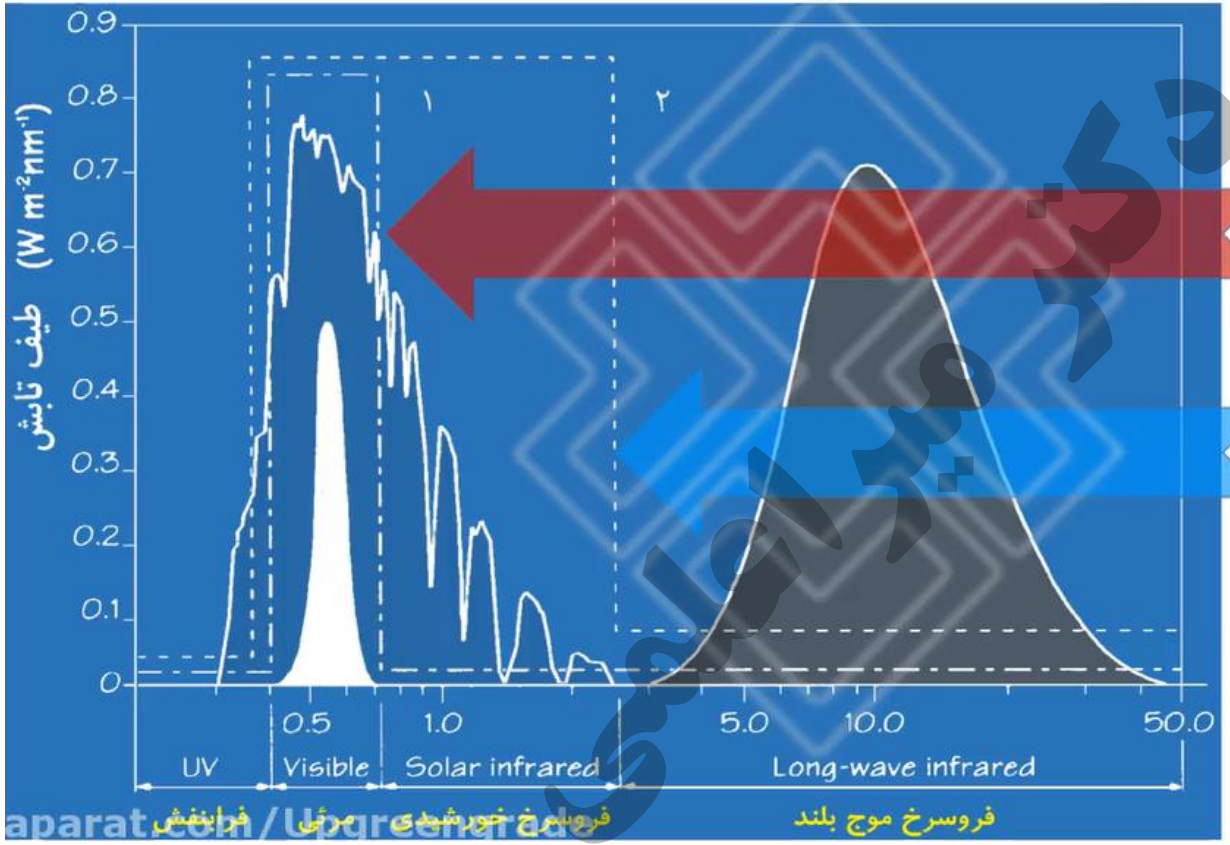


- **طراحی جدارهای نورگذر (شیشه‌ای)، با درنظر گرفتن :**
  - جهت‌گیری پنجره، ضریب بهره گرمایی خورشیدی و همچنین نسبت ضریب عبور نور مرئی به ضریب بهره گرمایی خورشیدی، علاوه بر ضریب انتقال حرارت شیشه و یا پنجره
  - مشخصات متفاوت در ساختمان مرجع برای مناطق سردسیر (نیاز گرمایی غالب) و گرم‌سیر (نیاز سرمایی غالب)، و برای جهت‌های مختلف (برای دست‌یابی به بیشترین انطباق با شرایط حاکم در منطقه اقلیمی مورد نظر)

خاصیت شیشه های مورد استفاده در اقلیم گرم که تابش آفتاب باید محدود شود و در اقلیم هایی که بیشترین مشکل، انتقال حرارت از داخل به خارج است، کاملاً متفاوت است.

توجه ویژه به بحث برچسب انرژی پنجره جدیداً اضافه شده

دکتر مراعلمی



در نظر گرفتن جدارهای نورگذر با بهترین عملکرد :

(۱): در مناطق گرمسیر

داشتن ضریب عبور نور مرئی (VT) زیاد و ضریب عبور تابش خورشیدی (SHGC) کم

(۲): در مناطق سردسیر

داشتن ضریب عبور نور مرئی (VT) زیاد و ضریب عبور تابش خورشیدی (SHGC) زیاد

aparat.com/Ugreenir.ir

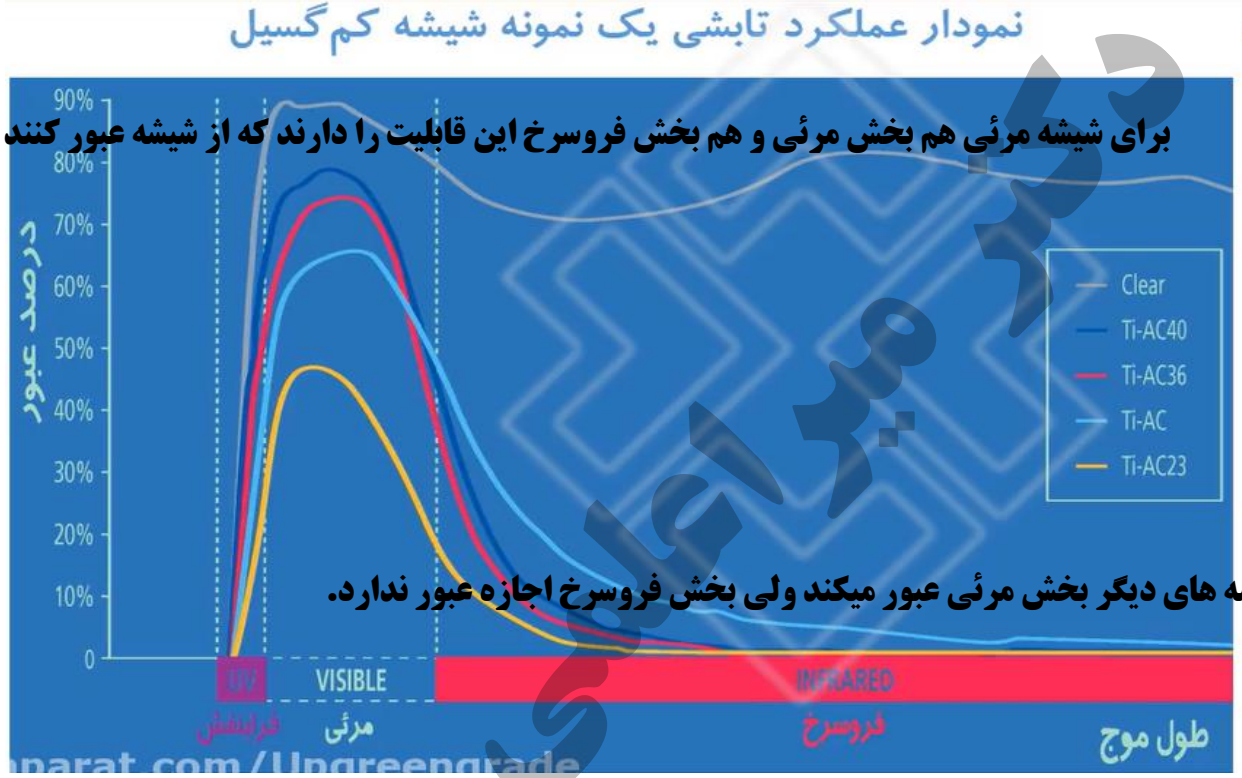
منبع: مرکز تحقیقات

رفتار شیشه های مختلف در زمینه عبور تابش:

در نظر گرفتن جدارهای نورگذر با بهترین عملکرد :

در مناطق سردسیر (نمودار خاکستری)
داشتن ضریب عبور نور مرئی (VT) زیاد و ضریب عبور تابش خورشیدی (SHGC) زیاد

در مناطق گرمسیر (دیگر نمودارها)
داشتن ضریب عبور نور مرئی (VT) زیاد و ضریب عبور تابش خورشیدی (SHGC) کم



برای شیشه مرئی هم بخش مرئی و هم بخش فروسرخ این قابلیت را دارند که از شیشه عبور کنند

برای شیشه های دیگر بخش مرئی عبور میکند ولی بخش فروسرخ اجازه عبور ندارد.

دکتر میراعلی

منبع: مرکز تحقیقات

تاسیسات مکانیکی

کنترل و برنامه ریزی سیستم گرمایی

- **ضوابط مطرح در این قسمت فقط در مورد فضاهایی که دمای متعارف بالای ۱۰ درجه سانتیگراد دارند صادق است.**
- **تمامی سیستم های گرمایی و سرمایی باید دارای سیستم تنظیم مناسب باشند، تا دمای داخلی در محل حضور افراد در حدود مجاز مشخص شده که حداکثر ۲۰ درجه در ماه های سرد و حداقل ۲۸ درجه در ماه های گرم سال است تنظیم شود .در مناطق گرم و مرطوب(ر.ک. به پیوست ۳)، حداقل ۲۵ درجه در ماه های گرم سال باید رعایت گردد.**

دکتر مرعلی

تاسیسات مکانیکی شامل:

– کنترل و برنامه ریزی سیستم های گرمایی

– کنترل و برنامه ریزی سیستم های سرمایی

– کنترل و برنامه ریزی سیستم تهویه و تعریض هوا (ضوابط کلی و ملاحظات ویژه در مورد کیفیت در زمینه ی بازشوها)

– تامین آب گرم مصرفی (سیستم های انفرادی و سیستم های مشترک برای چندین فضا)

دکتر میر اعلمی

اینرسی حرارتی (Thermal Inertia) :

قابلیت کلی پوستهٔ خارجی و جدارهای داخلی در ذخیرهٔ انرژی، باز پس دادن آن و تأثیرگذاری بر نوسان های دما و بار گرمایی و سرمایی فضاهای کنترل شده ساختمان. اینرسی حرارتی ساختمان با استفاده از جرم سطحی مفید ساختمان گروه بندی می شود.

محاسبه اینرسی حرارتی:

۱–محاسبه جرم سطحی موثر جدار (mi):

- ❑ **جدار در تماس با خارج**
- ❑ **جدار مجاورخاک**
- ❑ **جدار در تماس ساختمان مجاور یا فضای کنترل نشده**
- ❑ **جدارهای داخلی فضای کنترل شده ساختمان**

دکتر میر اعلمی

۲–محاسبه جرم موثر جدار (miAi):

- ❑ **حاصلضرب جرم سطحی موثر در سطح جدار**

۳–محاسبه جرم موثرساختمان (M):

$$M = \sum (m_i A_i)$$

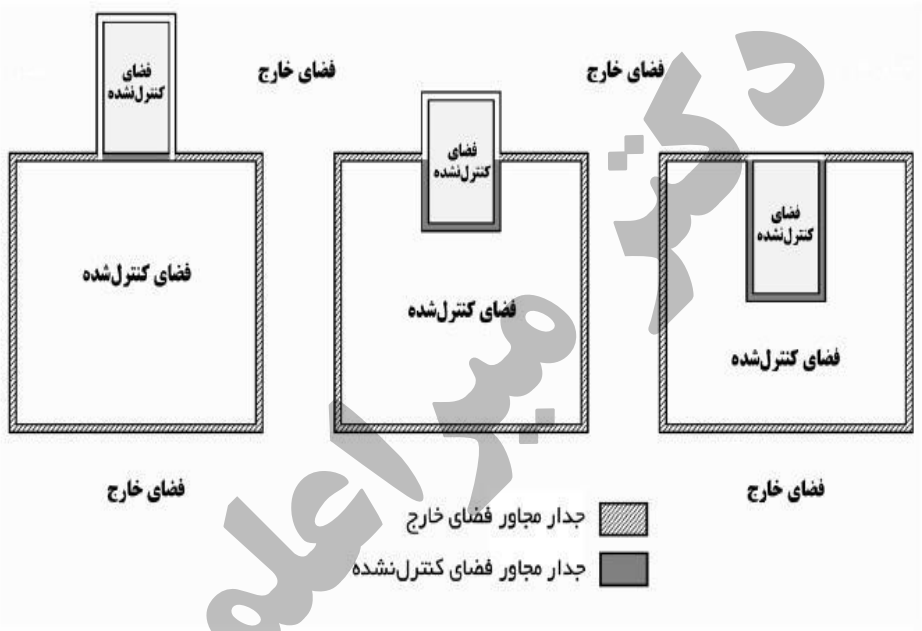
۴–محاسبه جرم موثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (ma):

ma=M/Ah

جدول پ۲-۱ گروه اینرسی حرارتی ساختمان، بر حسب جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

گروه اینرسی	جرم سطحی مؤثر ساختمان، بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید m_a (kg/m^2)
کم	کمتر از ۱۵۰
متوسط	مساوی یا بیش از ۱۵۰ و کمتر از ۴۰۰
زیاد	مساوی یا بیش از ۴۰۰

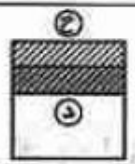
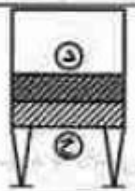
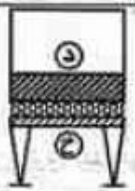
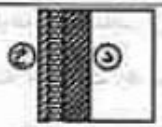
دکتر میراعلمی



شکل ۲- موقعیت جدارهای مجاور خارج و مجاور فضای کنترل‌نشده در پلان شماتیک سه نمونه ساختمان

دکتر میرعلمی

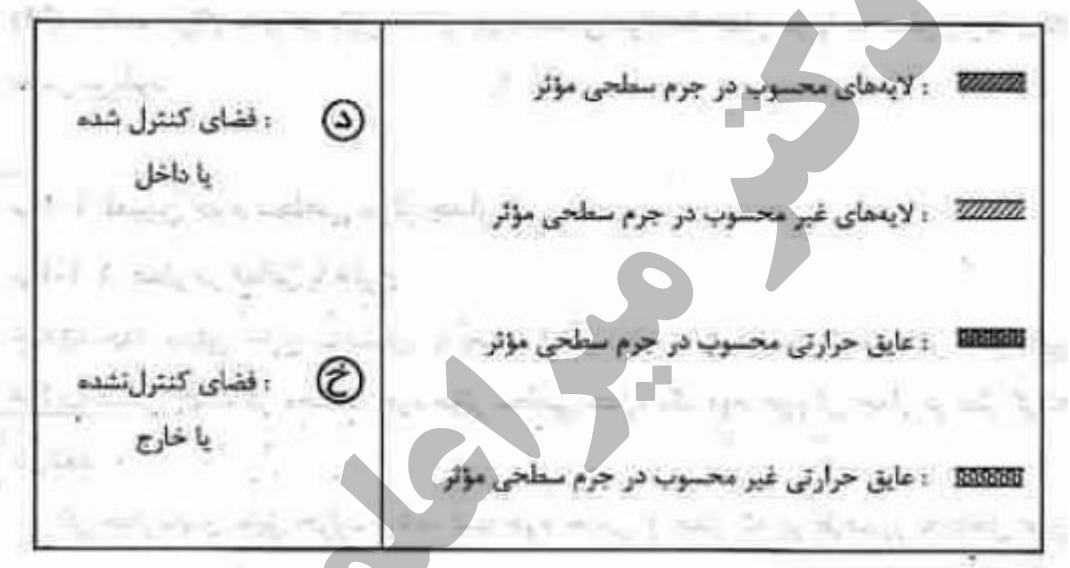
نحوه محاسبه جرم سطحی مؤثر جدارهای پوسته خارجی

روش محاسبه m_i	بدون عایق حرارتی یا با عایق همگن	دارای عایق حرارتی
بام		
کف روی هوا		
دیوار خارجی		
$m_i = m/2 \leq 150$	$m_i = m/2 \leq 150$	$m_i = m_{int} \leq 150$

چنانچه جدار مجاور خارج ساختمان یا بخشی از آن فاقد عایق حرارت باشد، یا اگر جدار عایق حرارت همگن باشد، در محاسبه جرم مؤثر سطحی جدار، یک دوم جرم آن جدار در نظر گرفته می شود.

اگر جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است در محاسبه جرم مؤثر جدار منظور میشود. در تمام حالات اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شده یک جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد به همین مقدار اکتفا می شود.

دکتر میر اعلمی



دکتر میراعلمی

جرم سطحی مؤثر بخش مجاور خاک دیوار، کف روی خاک یا گربه رو یا فضای بستهٔ مجاور خاک، در صورتی که فاقد عایق حرارت باشد، برابر ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع در نظر گرفته می شود.

در صورتی که جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم سطحی بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارت است در محاسبهٔ جرم سطحی مؤثر جدار منظور می شود.

اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شدهٔ آن جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار بسنده می شود

نحوه محاسبه جرم سطحی مؤثر کف روی خاک

کف روی خاک	بدون عایق حرارتی یا با عایق همگن	دارای عایق حرارتی
	①	①
	$m_i = ۱۵۰$	$۱۵۰ \geq m_i = m_{int}$

دکتر میراعلمی

جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل نشده:

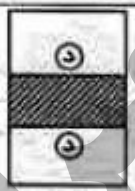
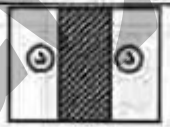
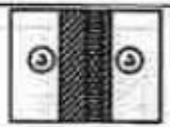
جرم سطحی مؤثر جدارهای در تماس با ساختمان مستقل دیگر، یا فضای کنترل نشرده (راه پله، پارکینگ، انبار، ...) اگر فاقد عایق حرارت باشد، برابر نصف جرم سطحی جدار، و در غیر این صورت، برابر با جرم سطحی بخشی ازلایه های جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است، در نظر گرفته می شود.

جدارهای داخل فضای کنترل شده ساختمان:

در صورتی که جرم سطحی جداری که داخل فضای کنترل شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده است، کمتر از ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع باشد، جرم سطحی مؤثر مساوی با جرم سطحی جداراست؛ در غیر این صورت، جرم سطحی مؤثر مساوی با ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع در نظر گرفته می شود.

دکتر میرعلمی

نحوه محاسبه جرم سطحی مؤثر جدارهای داخلی

	بدون عایق حرارتی یا با عایق همگن	دارای عایق حرارتی
سقف بین طبقات		
دیوار داخلی		
	$m = m_i \geq 300$	$m = m_i \geq 300$

دکتر میرعلی

مثال: تعیین جرم سطحی موثر یک دیوار با عایق کاری حرارتی از خارج

در صورتیکه دیوار دارای لایه هایی با مشخصات زیر (از خارج به داخل) باشد، مطلوبست محاسبه جرم سطحی و جرم سطحی موثر جدار؟

نمونهٔ محاسبه جرم سطحی و جرم سطحی مؤثر یک دیوار خارجی با عایق حرارتی از خارج

مصالح / فراورده	ضخامت (میلی‌متر)	چگالی ظاهری خشک (کیلوگرم بر متر مکعب)	جرم سطحی (کیلوگرم بر متر مربع)
اندود نازک پایه‌سیمانی	۵	۱۷۰۰	۸.۵
عایق پشم‌معدنی	۵۰	۴۰	۲.۰
بخاربند	۱	۹۸۰	۱.۰
بلوک سفالی	۱۵۰	۸۵۰	۱۲۷.۵
اندود گچ	۲۰	۱۳۰۰	۲۶.۰

جرم سطحی جدار :	۱۶۵.۰

جرم سطحی مؤثر جدار :	~~۱۵۴.۵~~ (×) ۱۵۰.۰

اگر جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است در محاسبه جرم مؤثر جدار منظور می شود.

دکتر میرعلمی

مثال: تعیین جرم سطحی موثر یک دیوار با عایق کاری حرارتی از داخل

در صورتیکه در مثال قبلی، به جای نصب عایق حرارتی از خارج، آن را از طرف رو به داخل لایه بلوک سفالی متصل کنیم، تغییرات جرم سطحی موثر را محاسبه کنید.

جدول ۳۴ نمونهٔ محاسبه جرم سطحی و جرم سطحی مؤثر یک دیوار خارجی با عایق حرارتی از داخل

مصالح / فراورده	ضخامت (میلی‌متر)	چگالی ظاهری خشک (کیلوگرم بر متر مکعب)	جرم سطحی (کیلوگرم بر متر مربع)
اندود نازک پایه‌سیمانی	۵	۱۷۰۰	۸.۵
بلوک سفالی	۱۵۰	۸۵۰	۱۲۷.۵
عایق پشم‌معدنی	۵۰	۴۰	۲.۰
بخاربند	۱	۹۸۰	۱.۰
اندود گچ / رابیتس	۲۰	۱۴۰۰	۲۸.۰

جرم سطحی جدار :	۱۶۷.۰
جرم سطحی مؤثر جدار :	۲۹.۰

دکتر میرعلی

مثال: تعیین جرم سطحی موثر یک سقف با عایق کاری حرارتی از خارج

در صورتیکه بام (سقف نهایی)دارای لایه هایی با مشخصات زیر (از خارج به داخل) باشد، جرم سطحی و جرم موثر جدار را محاسبه کنید.

نمونهٔ محاسبه جرم سطحی و جرم سطحی مؤثر یک بام با عایق حرارتی از خارج

مصالح / فراورده	ضخامت (میلی‌متر)	چگالی ظاهری خشک (کیلوگرم بر متر مکعب)	جرم سطحی (کیلوگرم بر متر مربع)
شن بادامی	۵۰	۱۷۰۰	۸۵.۰
عایق حرارتی	۵۰	۴۰	۲.۰
عایق رطوبتی	۵	۱۰۰۰	۵.۰
بتن سبک شیب‌بندی	۱۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰
بتن مسلح	۱۵۰	۲۳۰۰	۳۴۵.۰

جرم سطحی جدار : ۵۳۷.۰

جرم سطحی مؤثر جدار :	~~۴۵۰.۰~~ (×) ۱۵۰.۰

دکتر میرامینی

مثال: تعیین جرم موثر ساختمان:

نمونهٔ محاسبه جرم سطحی مؤثر ساختمان

نام جدار	جرم سطحی مؤثر جدار (m_i) (کیلوگرم بر متر مربع)	مساحت جدار (متر مربع)	$m_i \cdot A_i$ (کیلوگرم)
دیوارهای خارجی	۲۹	۲۲۵	۶۵۲۵
بام	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵۰۰
سقف‌های بین طبقات	۳۰۰	۱۵۰	۴۵۰۰۰
تیغه‌های داخلی	۲۱۰	۸۰	۱۶۸۰۰
پنجره‌ها و درها	۷۵	۴۰	۳۰۰۰
کف روی خاک	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵۰۰

جرم مؤثر ساختمان : ۱۱۶۳۲۵

زیربنای مفید ساختمان : ۲۷۰ مترمربع | جرم سطحی مؤثر ساختمان : ۴۳۱.۰

با توجه به اینکه جرم سطحی موثر از ۴۰۰ بیشتر است، اینرسی ساختمان زیاد است.

جدول پ۲-۱ گروه اینرسی حرارتی ساختمان، بر حسب جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

گروه اینرسی	جرم سطحی مؤثر ساختمان، بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید m_a (kg/m²)
کم	کمتر از ۱۵۰
متوسط	مساوی یا بیش از ۱۵۰ و کمتر از ۴۰۰
زیاد	مساوی یا بیش از ۴۰۰

دکتر میر اعلمی

مدارک مورد نیاز برای تأیید ساختمان از نظر ضوابط صرفه جوئی در مصرف انرژی در زمان اخذ پروانهٔ ساختمان:

❑در زمان اخذ پروانه ساختمان، لازم است مدارک زیر جهت تایید ساختمان از نظر ضوابط صرفه جویی در مصرف انرژی ارائه گردد:

✓چک لیست انرژی

✓اطلاعات مدلسازی انرژی

✓نقشه های ساختمان

دکتر میر اعلمی

دبیر اعلمی

چک لیست انرژی باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

الف– مشخصات ساختمان (شامل آدرس، مشخصات مالک و ...)؛

ب–کاربری ساختمان (مطابق زیربند ۱۹–۲–۲–۱ و پیوست ۴)

پ–درجه انرژی سالانهٔ محل استقرار ساختمان (مطابق زیربند ۱۹–۲–۲–۱–۲ و پیوست ۳)

ت–سطح زیربنای مفید ساختمان (مطابق زیربند ۱۹–۲–۲–۱–۳)

ث– گروه ساختمان (که بر اساس عوامل ویژه اصلی یاد شده و مطابق بند ۱۹–۲–۲– تعیین می شود)

ج– نحوهٔ استفاده از ساختمان (منقطع یا غیرمنقطع، مطابق زیربند ۱۹–۲–۲–۱–۵)

چ– روش مورد استفاده برای طراحی ساختمان، مطابق بخش ۱۹–۳–۲

ح– اطلاعات مهندس طراح و تاریخ طراحی؛

خ– رتبه انرژی ساختمان؛

د– مشخصات کلی عناصر پوسته خارجی (ضرایب انتقال حرارت طرح و مرجع)؛

ذ– مشخصات فنی مصالح و عایق های حرارتی مصرفی در ساختمان، مطابق بند ۱۹–۴–۲–۱ و ارائه تصویر صفحات مورد استفاده از مرجع مورد نظر (از جمله پیوست های ۷ و ۸ مبحث)؛

ر– مشخصات حرارتی جدارهای تشکیل دهندهٔ پوستهٔ خارجی ساختمان:

دکتر میر اعلمی

۱–مجموعه راه حل های فنی مورد استفاده و الزامات تعیین شده در آن با توجه به موقعیت جدارها و نحوهٔ عایقکاری حرارتی آنها ، مطابق پیوست ۸ این مبحث؛

۲– مقاومتهای حرارتی (طرح و مرجع)، در صورت استفاده از روش تجویزی ، مطابق فصل ۱۹–۵

۳–ضرایب انتقال حرارت (طرح و مرجع) ساختمان، در صورت استفاده از یکی از روش های موازنه ای (کارکردی)، نیاز انرژی یا کارایی انرژی

۴– جزئیات مربوط به پنجره ها و نورگیرهای سقفی (طرح و مرجع) و بهره وری انررژی آنها (ضریب انتقال حرارت، ضریب بهره گرمایی خورشیدی، ضریب عبور مرئی)

ز– مقدار نیاز انرژی ساختمان (طرح و مرجع)، در صورت استفاده از روش نیاز انرژی ساختمان مطابق فصل ۱۹–۷

ژ– مقدار مصرف انرژی سالانه ساختمان (طرح و مرجع)، در صورت استفاده از روش کارایی انرژی ساختمان مطابق فصل ۱۹–۸

دکتر مراعلی

س– مشخصات کلی سیستم های تأسیسات مکانیکی (طرح و مرجع) و مشخصات فنی سیستمهای مکانیکی (گرمایی و سرمایی، تهویه و تهویهٔ مطبوع و تأمین آب گرم) و بازدهی انرژی تجهیزات مورد استفاده، مطابق بند ۱۹–۴–۳–۲

ش– دفترچه محاسبات مکانیکی (شامل محاسبات بار سرمایی و گرمایی ساختمان، تعیین ظرفیت و بازدهی تجهیزات تأسیسات مکانیکی) در صورت طراحی با یکی از روش های کارایی انرژی و یا نیاز انرژی

ص– مشخصات کلی سیستمهای الکتریکی و تجهیزات (طرح و مرجع) و مشخصات فنی سیستمهای برقی (شامل موتورهای الکتریکی و سیستم های روشنایی)، و دفترچه محاسبات تأسیسات برقی (مرتبط با موضوع صرفه جویی در مصررف انرژی)، در صورت طراحی با یکی از روش های کارایی انرژی و یا نیاز انرژی

ض– امکان یا عدم امکان تأمین انرژی توسط سامانه های بر پایه انرژی های تجدیدپذیر. درصورت وجود امکان تأمین، لازم است موارد زیر مشخص گردد:

۱–مشخصات فنی سیستم های بر پایه انرژی های تجدیدپذیر مورد نیاز، و بازدهی انرژی تجهیزات مورد استفاده، مطابق بخش ۱۹–۴–۵

۲– حداکثر میزان برق و گرمای قابل تأمین توسط سیستم های بر پایه ا نرژی های تجدیدپذیر مطابق بخش ۱۹–۴–۵

۳–جانمایی و متراژ محل های پیش بینی شده برای نصب سامانه های بر پایه انرژی های تجدیدپذیر، مطابق بخش ۱۹–۴–۵

۴– تمهیدات در نظر گرفته شده برای اتصال سیستمهای بر پایه انرژیهای تجدیدپذیر به سیستم های تأسیسات مکانیکی و الکتریکی ، مطابق بخش ۱۹–۴–۵

روش های طراحی:

❑بخش قابل توجهی از تبادل حرارت ساختمان از طریق پوسته خارجی آن صورت می گیرد. در این قسمت، ضوابط طراحی پوسته خارجی ساختمان ها، برای صرفه جویی در مصرف انرژی، توضیح داده می شود.

-روش تجویزی مطابق فصل ۱۹–۵

-روش موازنه ای (کارکردی) مطابق فصل ۱۹–۶

-روش نیاز انرژی ساختمان مطابق فصل ۱۹–۷

-روش کارایی انرژی ساختمان مطابق فصل ۱۹–۸

روشهای تجویزی، موازنه ای و نیاز انرژی به گونه ای در نظر گرفته شده اند که فرایند طراحی پوسته خارجی، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی مستقل از یکدیگر باشد.

برخلا ف این سه روش، روش کارایی انرژی ساختمان مستلزم انجام طراحی به صورت یکپارچه و تلفیقی است.

دکتر میراعلمی

الگوهای مطرح برای تعیین الزامات بهره‌وری انرژی در ساختمان		
تجویزی یا اجزای ساختمان	الزامات جداگانه برای هر یک از عناصر پوسته خارجی ساختمان و تأسیسات	**ساده ترین**
موازنه یا کارکرد کلی	الزامات جداگانه برای هر یک از عناصر ساختمان، ولی با قابلیت تغییر مشخصات فنی اجزا همزمان با تأمین انتظارات کلی	
چارچوب انرژی یا نیاز گرمایی/سرمایی	تعیین میزان انرژی سالانه موردنیاز ساختمان به‌عنوان معیار	
کارایی انرژی	تعیین مجموع مصرف انرژی (اولیه یا نهایی) ساختمان یا مصرف سوخت فسیلی آن و یا میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌عنوان معیار	
چرخه حیات	تعیین مجموع مصرف انرژی (تولید مصالح و فراورده‌ها، حمل، اجرا، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری، تخریب و بازیافت، ...) در کل طول عمر مفید (بهره‌برداری) ساختمان به‌عنوان معیار	**به روز ترین**

دکتر میرامینی

در ویرایش سال ۸۹ وجود داشت

روش‌های محاسبه (طراحی):

ساده (تجویزی) / تلفیقی / پیچیده (مصرف انرژی)

جدید اضافه شدند.

دکتر امیر اعلمی

این اقدامات هنوز عملیاتی نشدند.
فایل های استاندارد داده های آب و هوایی برای شهرهای مهم کشور در حال آماده سازی است که پیش نیاز انجام محاسبات و نرم افزار شبیه سازیه این روش ها می باشد.
لازم است نرم افزارهای شبیه سازی طراحی شود.

فعلا وارد چهارچوب مبحث ۱۹ نشده است

دکتر مرادی

برای کنترل رعایت مبحث ۱۹ مقررات ملی در انواع ساختمان ها، در تمامی موارد می توان از روش های نیاز انرژی و کارایی انرژی ساختمان بهره گرفت، اما برای استفاده از روشهای تجویزی و موازنه ای محدودیت هایی به شرح زیر وجود دارد:

بند ۱۹-۳-۲-۱-۱- استفاده از روش های تجویزی و موازنه ای (کارکردی) تنها در صورت تحقق پنج شرط زیر به صورت همزمان مجاز است:

الف) نسبت سطح جدارهای نورگذر به سطح نما (برای هر یک از نماهای ساختمان) کم تر از ۴۱ درصد باشد؛

ب) زیربنای مفید ساختمان کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع باشد؛

پ) تعداد طبقات (بدون احتساب طبقات مربوط به فضاهای کنترل نشده نظیر پارکینگ و انبار) کمتر یا مساوی ۹ طبقه باشد؛

ت) اینرسی حرارتی ساختمان (مطابق پیوست ۲) متوسط یا زیاد باشد؛

ث) ممنوعیت و محدودیتی در دستورالعمل ها و بخش نامه های صادر شده توسط وزارت راه وشهرسازی، با توجه به محل قرارگیری ساختمان (استان، شهر، ...) و مشخصات آن (تعداد طبقات، متراژ، کاربری، ...)، در این خصوص وجود نداشته باشد.

دکتر میرعلمی

محدودیت‌ها

- روش‌های مختلف طراحی تعریف‌شده در این مبحث (در فصول ۵-۱۹ تا ۸-۱۹)، به‌استثنای موارد تعیین‌شده در بخش ۱۹-۳-۲-۱-۱، برای تمامی ساختمان‌ها قابل کاربرد است؛

گذراندن دوره و کلاس برای اخذ صلاحیت

- صلاحیت طراحی برای استفاده از روش‌های «نیاز انرژی» و «کارایی انرژی» تعریف‌شده در فصول ۷-۱۹ و ۸-۱۹ توسط وزارت راه‌وشهرسازی تأیید می‌گردد.

۱۹-۳-۲-۱-۱ شرایط لازم برای استفاده از روش‌های تجویزی و موازنه‌ای (کارکردی)

استفاده از روش‌های تجویزی و موازنه‌ای (کارکردی) تنها در صورت تحقق پنج شرط زیر (به‌صورت هم‌زمان) مجاز است:

ساختمان های نمای شیشه ای را نمی توان به روش تجویزی و کارکردی طراحی کرد.

الف) نسبت سطح جدارهای نورگذر به سطح نما (برای هر یک از نماهای ساختمان) کم‌تر از ۴۰ درصد باشد؛

ب) زیربنای مفید ساختمان کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع باشد؛

پ) تعداد طبقات (بدون احتساب طبقات مربوط به فضاهای کنترل‌نشده نظیر پارکینگ و انبار) کمتر یا مساوی ۹ طبقه باشد؛

ت) اینرسی حرارتی ساختمان (مطابق پیوست ۲) متوسط یا زیاد باشد؛

ث) ممنوعیت و محدودیتی در دستورالعمل‌ها و بخش‌نامه‌های صادر شده توسط وزارت راه‌وشهرسازی، با توجه به محل قرارگیری ساختمان (استان، شهر، ...) و مشخصات آن (تعداد طبقات، متراژ، کاربری، ...)، در این خصوص، وجود نداشته باشد.

سیستم LSF یا سیستم سازه چوبی با کف سبک را شامل نمی شود. در بقیه موارد کف ساختمان ها آنقدر سنگین است که اینرسی متوسط یا زیاد شود.

دکتر میر اعلمی

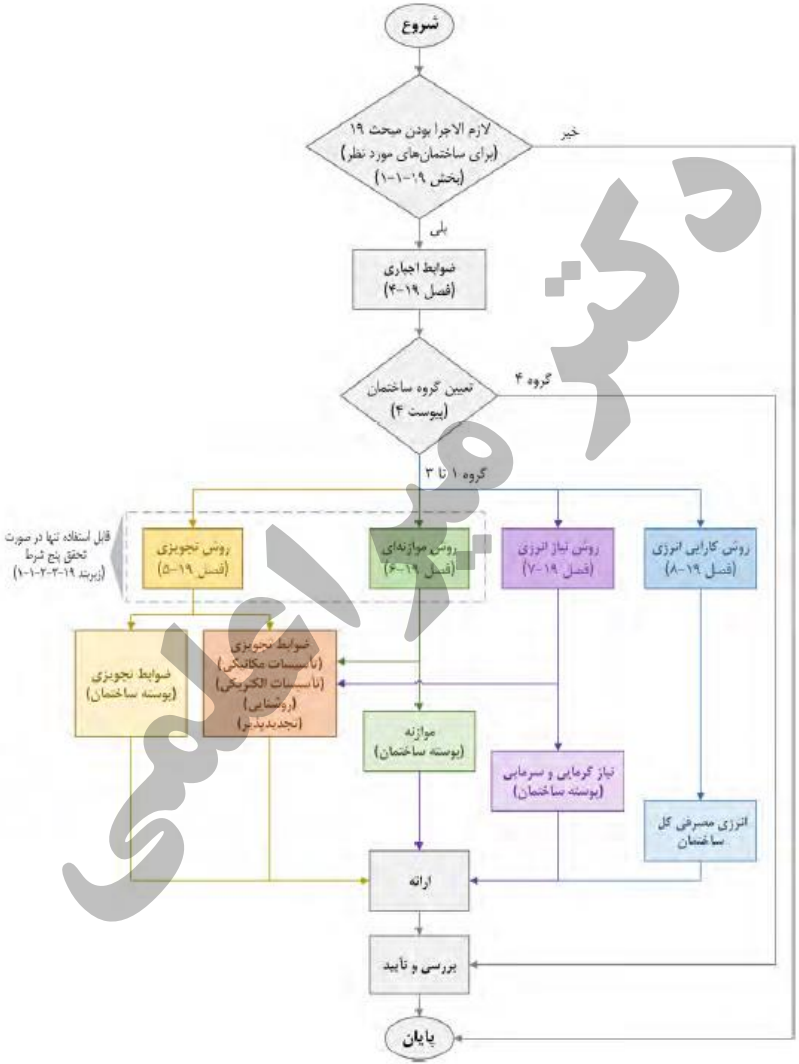
❖ **سوال :ساختمانی با زیربنای مفید ۱۸۰۰ متر مربع در ۸ طبقه (بدون احتساب پارکینگ) با استفاده از روش طراحی تجویزی برای صرفه جویی در مصرف انرژی طراحی شده است، جهت توسعه ساختمان با در نظر گرفتن پاسخگویی سازه یک طبقه به طبقات افزوده شده و ۲۲۵ مترمربع به زیربنای مفید کل ساختمان اضافه شده است کدام گزینه در این خصوص صحیح است؟**

(۱) با بررسی مجدد طراحی می توان همچنان از روش تجویزی استفاده نمود. (۲) روش موازنه ای باید جایگزین روش تجویزی شود.

(۳)طراحی مجدد باید انجام شود و روش طراحی تجویزی دیگر قابل استفاده نیست. (۴) افزودن طبقه تأثیری در روش طراحی برای صرفه جویی در انرژی ندارد.

پاسخ: با توجه به بند ۱۹-۳-۲-۱-۱ با توجه به اینکه زیربنای مفید ساختمان از ۲۰۰۰ متر مربع بیشتر شده است، نمی توان از روش های تجویزی و موازنه ای استفاده کرد.

دکتر میر اعلمی



دکتر مهر اعلمی

جدول ۱۹-۳-۱ ویژگی‌های روش‌های مختلف طراحی*

روش‌های طراحی		تجویزی	موازنه‌ای	نیاز انرژی	کارایی انرژی
سهولت طراحی	پوسته خارجی	نیاز به محاسبات عددی	محاسبه ساده با نرم‌افزارهای کاربرگی، (نظیر excel)	نیاز به شبیه‌سازی (با نرم‌افزار) برای تعیین میزان نیاز انرژی سالیانه	نیاز به شبیه‌سازی یکپارچه (با نرم‌افزار) برای تعیین میزان مصرف انرژی سالیانه
	تأسیسات مکانیکی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	
	تأسیسات برقی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	
امکان دست‌یابی به راه‌حل‌های اقتصادی	پوسته خارجی	✗	✓ به‌صورت جزئی	✓ به‌صورت جزئی	✓✓
	تأسیسات مکانیکی	✗	✗	✗	
	تأسیسات برقی	✗	✗	✗	
سهولت کنترل، نظارت	پوسته خارجی	ساده	نسبتاً ساده	نسبتاً پیچیده	پیچیده
	تأسیسات مکانیکی	ساده	ساده	ساده	
	تأسیسات برقی	ساده	ساده	ساده	
دامنه کاربرد		ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۱-۱ و بخش ۱۹-۱-۲-۳-۱	ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۱-۱ و بخش ۱۹-۱-۲-۳-۱	ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۱-۱	ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۱-۱
نیاز به متخصص انرژی برای طراحی	پوسته خارجی	✗	✗	نیاز به متخصص برای مدل‌سازی	نیازمند به کار گروهی متخصصین مدل‌سازی انرژی
	تأسیسات مکانیکی	✗	✗	✗	
	تأسیسات برقی	✗	✗	✗	
امکان طراحی به‌صورت یکپارچه		✗	✓ به‌صورت جزئی، (بین اجزای پوسته خارجی)	✓ به‌صورت جزئی، (بین اجزای پوسته خارجی)	✓✓

* توضیحات: ✗ = غیرممکن، ✓= امکان‌پذیر، ✓✓= کاملا امکان‌پذیر

دکتر میرعلوی

روش تجویزی:

کاربرد این روش تنها در صورتی مجاز است که شرایط تعیین شده در بند ۱۹-۳-۲-۱-۱ رعایت شده باشد.

در صورتیکه شرایط نامبرده محقق نشود، لازم است ساختمان به روش نیاز انرژی یا روش کارآیی طراحی شود.

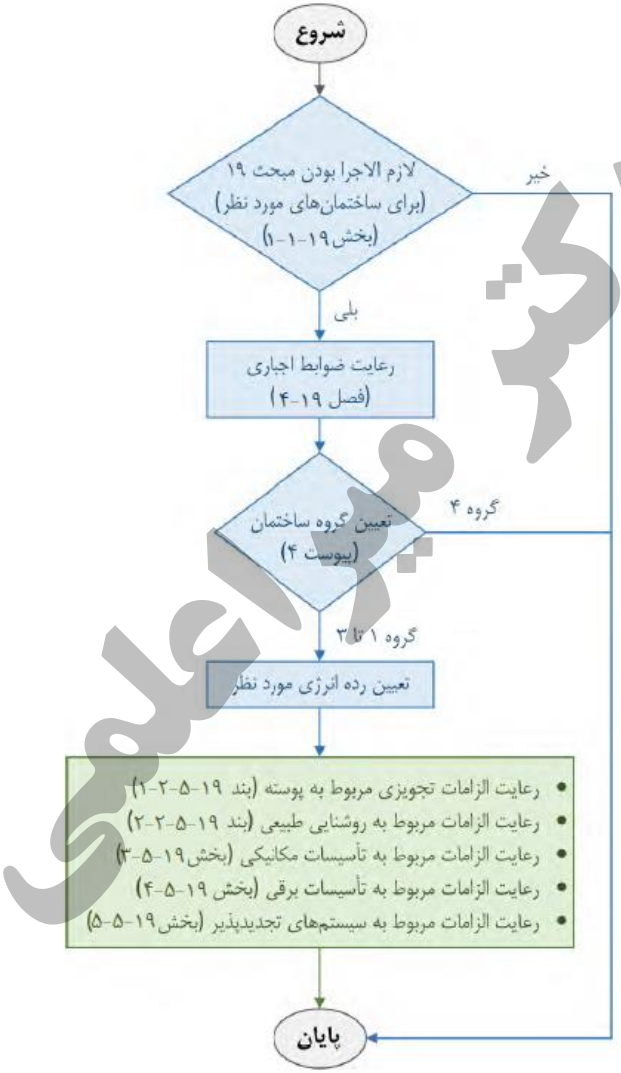
در روش تجویزی مشخصات عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان، سیستم ها و تجهیزات مورد استفاده در تأسیسات مکانیکی و برقی، روشنایی و تهویه طبیعی و همچنین سیستم های بر پایه انرژی های تجدیدپذیر، به صورت تفکیکی و مستقل از یکدیگر، تعیین می گردد.

به عبارت دیگر، با افزایش مقاومت حرارتی بعضی از جدارها و دستیابی به مقادیر بالاتر از حداقل های تعیین شده در این روش، امکان تخفیف گرفتن بر روی دیگر موارد فراهم نمی گردد.

در عین حال، این روش امکان طراحی بخش های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم های تجدیذیر) به صورت مستقل را فراهم می سازد.

دکتر میر اعلمی

روش تجویزی:



دکتر میرعلمی

روش تجویزی:

۹-۵-۲ پوسته خارجی ساختمان

۱۹-۵-۲-۱ راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان

طراحی پوسته خارجی ساختمان باید با رعایت یکی از راه حل های فنی تعیین شده در این بخش صورت گیرد.

لازم به توضیح است که راه حل های ارائه شده برای حالت های مختلف پارامترهای زیر هستند:

– گروه ساختمان (۱، ۲ یا ۳)

– رده انرژی ساختمان (منطبق با مبحث ۱۹ ، کم انرژی یا بسیار کم انرژی)

دکتر میر اعلمی

در هر یک از مجموعه راه حل های فنی، الزامات زیر در مورد مشخصات حرارتی جدارهای ساختمان باید مورد رعایت قرار گیرد (۱۹-۵-۲-۱):

الف) حداقل مقاومت حرارتی دیوارها، برحسب:

– وضعیت مجاورت دیوار (با فضای خارج یا فضای کنترل نشده)

– نحوهٔ عایق کاری حرارتی (خارجی، داخلی، میانی، همگن)، و

ب) حداقل مشخصات حرارتی جدارهای نورگذر برحسب:

– شرایط اقلیمی (نیاز غالب گرمایی و یا سرمایی)،

– جهت گیری جغرافیایی جدار نورگذر

پ) حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف، برحسب:

– وضعیت مجاورت بام (با فضای خارج یا فضای کنترل نشده)،

– نحوهٔ عایق کاری حرارتی بام و دیوارهای ساختمان، و

ت) حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا، برحسب:

– وضعیت مجاورت کف (با فضای خارج یا فضای کنترل نشده)،

– نحوهٔ عایق کاری حرارتی کف مجاور هوا و دیوارهای ساختمان، و

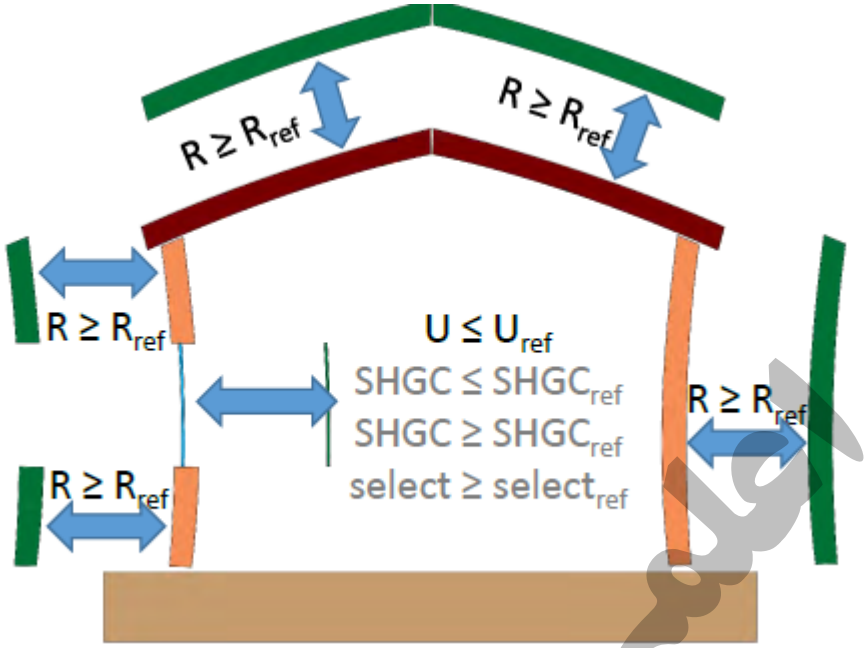
ث) حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک، برحسب:

– موقعیت کف

– نوع عایق کاری (پیرامونی یا سراسری)

دکتر میر اعلمی

روش تجویزی:



الزامات جداگانه برای هر یک از عناصر پوسته خارجی ساختمان و تاسیسات در نظر گرفته شده است.

به عنوان مثال برای دیوارها، همه دیوارها باید مقاومت اشان از یک مقدار تعیین شده (مقاومت حرارتی مرجع) بیشتر باشد. (بسته به اقلیم و کاربری و...)

البته برای پنجره عملکرد در برابر تابش خورشید نیز مطرح است.

تمام انتظارات برای عناصر مختلف، مستقل از یکدیگرند به عبارتی اگر طراحی دیوار چیزی فراتر از انتظارات مقررات باشد، امتیازی در خصوص سقف و دیگر اجزا به طراح داده نمی شود.

دکتر میرعلی

روش کارکردی:

۱۹–۶–۱ اصول کلی

در صورت طراحی ساختمان به روش موازنه ای (کارکردی)، تأثیر متقابل عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان بر ضریب انتقال حرارت (H) ساختمان مد نظر قرار می گیرد. در نتیجه، ضعف یکی از عناصر ساختمانی را میتوان توسط یک یا چند عنصر ساختمانی دیگر با مشخصات برتر جبران نمود، تا ضریب انتقال حرارت کل یا بخشی از ساختمان از ضریب انتقال حرارت ساختمان مرجع کمتر باشد. ولی کماکان، همانند روش تجویزی، ارتقاء مشخصات حرارتی سیستم های تأسیسات مکانیکی و یا الکتریکی امکان تخفیف گرفتن برای پوسته خارجی ساختمان (یا بالعکس) را فراهم نمی سازد.

دکتر مراعلی

روش کارکردی:

- روش کارکردی را می توان برای تمام ساختمان ها به کار برد، اما طراحی با آن نیازمند محاسبات انتقال حرارت پوسته خارجی ساختمان است.
- برای محاسبه عایق کاری حرارتی ساختمان ها به روش کارکردی ، ابتدا باید گروه ساختمان از لحاظ میزان صرفه جویی در مصرف انرژی تعیین گردد
- پس از آن باید میزان عایق کاری حرارتی ساختمان ها، با محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح و مقایسه آن با حداکثر مقدار مجاز (ضریب انتقال حرارت مرجع) تعیین شود.
- روش محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع و ضریب انتقال حرارت طرح به ترتیب در بندهای ۱۹-۶-۲-۱ و ۱۹-۶-۲-۲ توضیح داده شده است.

در عین حال، در روش موازنه ای (کارکردی)، همانند روش تجویزی، امکان طراحی بخش های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم های تجدیذیر، به صورت مستقل، وجود دارد.

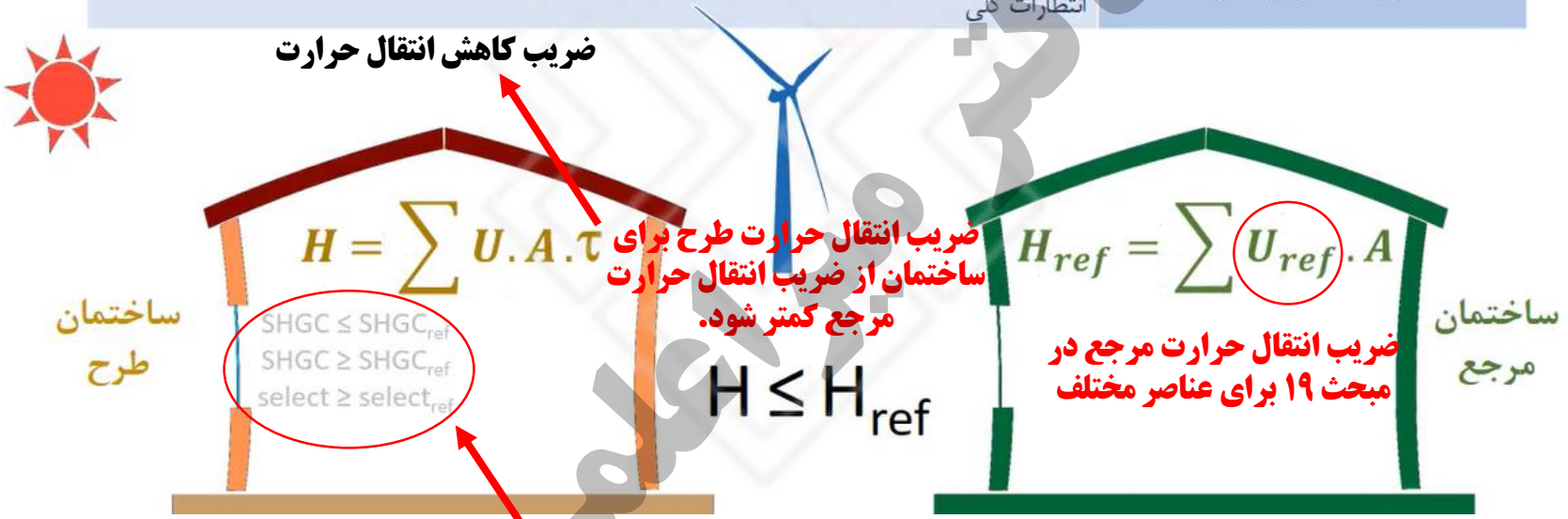
دکتر میر اعلمی

در روش موازنه ای، الزامات عناصر مختلف روی هم تاثیرگذار هستند. ضمناً در این روش مساحت نیز ضریب اهمیت منظور می شود.

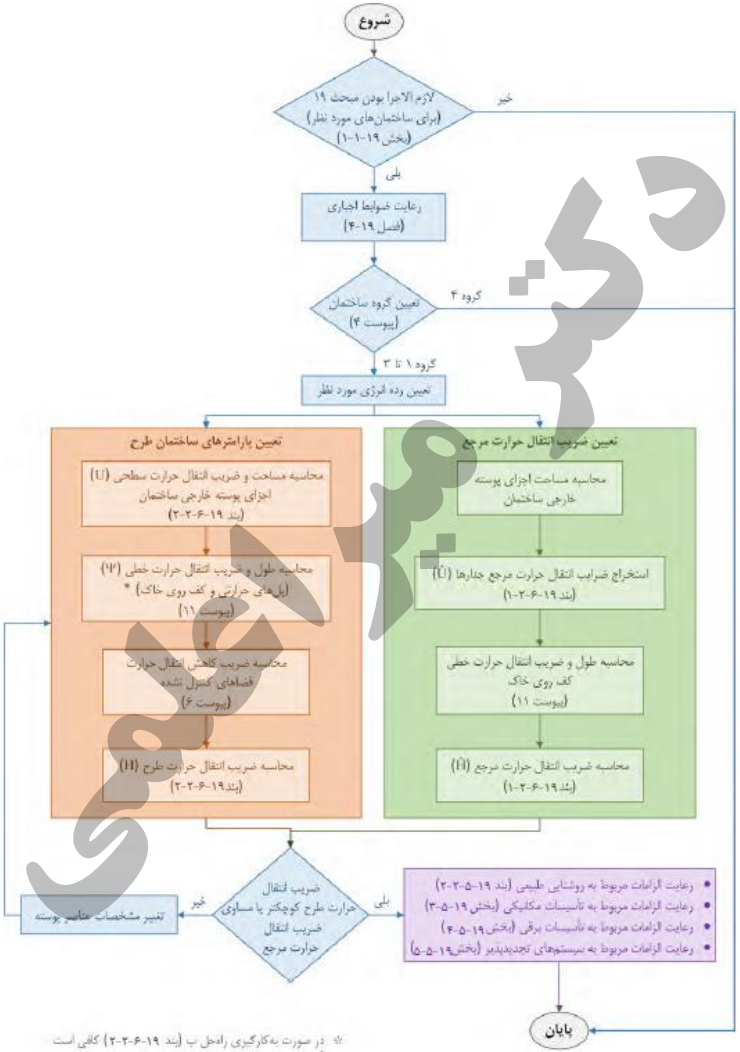
- ✓ **ملاک عمل ضریب H ضریب انتقال حرارت ساختمان طرح است.**
- ✓ **در این روش می توانیم بعضی قسمت ها را عایق تر کنیم و مقاومت حرارتی اش را بیشتر کنیم و امتیاز کمتری برای قسمت هایی که توجیه اقتصادی ندارد، در نظر بگیریم.**
- ✓ **در این روش کافیست ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان مورد طراحی از ضریب انتقال حرارت مرجع مبحث ۱۹ کمتر باشد.**

دکتر میرعلمی

موازنه یا کارکرد کلی	الزامات جداگانه برای هر یک از عناصر ساختمان، ولی با قابلیت تغییر مشخصات فنی اجزا همزمان با تأمین انتظارات کلی



برای پنجره ها لازمه انتظارات مضاعفی در رابطه با شیشه ها برآورده شود این انتظارات هم این امکان را فراهم می کند که از ورود انرژی اضافه در اوقات گرم سال جلوگیری شود. بیشترین بهره خورشیدی از اوقات سرد سال نصیب ساختمان شود و این کارها میزان نور طبیعی را تحت الشعاع قرار ندهد و این میزان نور تامین شود.


شروع
لازم الاجرا بودن مبحث ۱۹ (برای ساختمان‌های مورد نظر) (بخش ۱۹-۱-۱)
خیر
بلی
رعایت ضوابط اجباری (فصل ۱۹-۴)
تعیین گروه ساختمان (پیوست ۴)
گروه ۴
گروه ۱ تا ۳
تعیین رده انرژی مورد نظر
تعیین پارامترهای ساختمان طرح
محاسبه مساحت و ضریب انتقال حرارت سطحی (U) اجزای پوسته خارجی ساختمان (بند ۱۹-۶-۲-۲)
محاسبه طول و ضریب انتقال حرارت خطی (Ψ) (پل‌های حرارتی و کف روی خاک) * (پیوست ۱۱)
محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده (پیوست ۶)
محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح (U) (بند ۱۹-۶-۲-۲)
تعیین ضریب انتقال حرارت مرجع
محاسبه مساحت اجزای پوسته خارجی ساختمان
استخراج ضرایب انتقال حرارت مرجع جداره‌ها (U) (بند ۱۹-۶-۲-۱)
محاسبه طول و ضریب انتقال حرارت خطی کف روی خاک (پیوست ۱۱)
محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع (U) (بند ۱۹-۶-۲-۱)
ضریب انتقال حرارت طرح کوچکتر یا مساوی ضریب انتقال حرارت مرجع
خیر
تغییر مشخصات مصالح پوسته
بلی
رعایت الزامات مربوط به روشنایی طبیعی (بند ۱۹-۵-۲-۲)
رعایت الزامات مربوط به تأسیسات مکانیکی (بخش ۱۹-۵-۳)
رعایت الزامات مربوط به تأسیسات برقی (بخش ۱۹-۵-۴)
رعایت الزامات مربوط به سیستم‌های تجدیدپذیر (بخش ۱۹-۵-۵)
پایان
* در صورت به‌کارگیری راه‌حل ب (بند ۱۹-۶-۲-۲) کافی است صرفاً انتقال حرارت خطی کف در تماس با خاک محاسبه شود

دکتر مهندسی

❑محاسبات باید برای هر ساختمان منفرد و برای هر واحد آپارتمانی به صورت مستقل انجام گیرد. در صورت یکسان بودن واحدهای ساختمان از نظر مشخصات حرارتی، کافی است محاسبات بر اساس بعضی واحدهای شاخص صورت گیرد.

–ابعادی تقریباً مشابه (با تفاوت زیر ۵ درصد) داشته باشند؛

– مشخصات حرارتی تمامی عناصر پوستهٔ خارجی واحدهای ساختمان مشابه باشد؛

– جهت گیری و موقعیت جدارها، خصوصاً جدارهای نورگذر، یکسان باشد؛

– نوع سیستم گرمایش، سرمایش و تأمین آب گرم در تمامی واحدها مشابه باشد؛

- **کاربری واحدهای ساختمان یکسان باشد.**

سوال: تفاوت روش تجویزی با موازنه ای در چیست؟

دکتر میر اعلمی

سوال: تفاوت روش تجویزی با موازنه ای در چیست؟ آیا استفاده از روش موازنه ای می تواند یک فرصت باشد؟

در روش تجویزی اگر دیوار شما عایق نداشته باشد و نتواند حداقل مقاومت حرارتی مبحث ۱۹ را تامین کند، مورد قبول نمی باشد و این پروسه باید آنقدر تکرار شود تا ضوابط مبحث ۱۹ تامین شود.

اما در روش موازنه ای که با ضریب انتقال حرارت رو به رو هستیم و این پارامتر تابعی از مساحت است، می تواند به یک فرصت تبدیل شود.

به عنوان مثال اگر ضریب انتقال سقف مناسب نباشد یا فاقد عایق باشد، ولی دیوار آنقدر عایق مناسبی داشته باشد که در مجموع ضریب انتقال حرارت ساختمان را کاهش دهد و پایین آورد، بنابراین می تواند یک فرصت باشد.

پس قسمت هایی که مساحت بیشتری دارند، عایق کاری مناسبی برایشان انجام شود که بتوان تخفیف خوبی از آیین نامه گرفت.

همچنین برای شیشه ها نیز اگر کارفرما را مجاب کنید که از شیشه های کم گسیل استفاده کند که ضریب انتقال حرارت کمتری دارد، می توانید برای دیوارها تخفیف بگیرید.

دکتر میر اعلمی

روش نیاز انرژی (نیاز گرمایی– سرمایی) :

هدف این روش بررسی این است که ساختمان مورد طراحی چقدر نیاز سرمایش–گرمایش دارد.

در این روش، لازم است اصول زیر رعایت گردد:

الف) میزان نیاز انرژی سالانه ساختمان طرح و ساختمان مرجع به طور مجزا و به کمک شبیه سازی انرژی، با استفاده از نرم افزارهای دارای ویژگی های تعیین شده در بخش ۱۹–۷–۱–۱ محاسبه شود.

ب) طراحی پوسته خارجی و بهره گیری از سیستم های غیرفعال باید به گونه ای باشد که میزان نیاز انرژی سالانه ساختمان طرح از میزان محاسبه شده برای ساختمان مرجع کمتر شود؛

پ) داده های اقلیمی باید دارای مشخصات تعیین شده در بخش ۱۹–۷–۱–۲ باشند.

ت) برنامه زمانبندی حضور افراد، استفاده از سیستم روشنایی مصنوعی و تجهیزات، تهویه و دمای تنظیم و دیگر پارامترهای تعیین کننده باید مطابق اصول تعیین شده در بخش ۱۹–۷–۱–۳ و پیوست ۵ باشند.

ث) شرایط سایه اندازی ساختمان های مجاور و دیگر موانع باید با دقت کافی در شبیه سازی لحاظ گردد؛

ج) در خصوص تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم های بر پایه انرژی های تجدیدپذیر، الزامات تعیین شده در روش تجویزی باید ملاک عمل قرار گیرد.

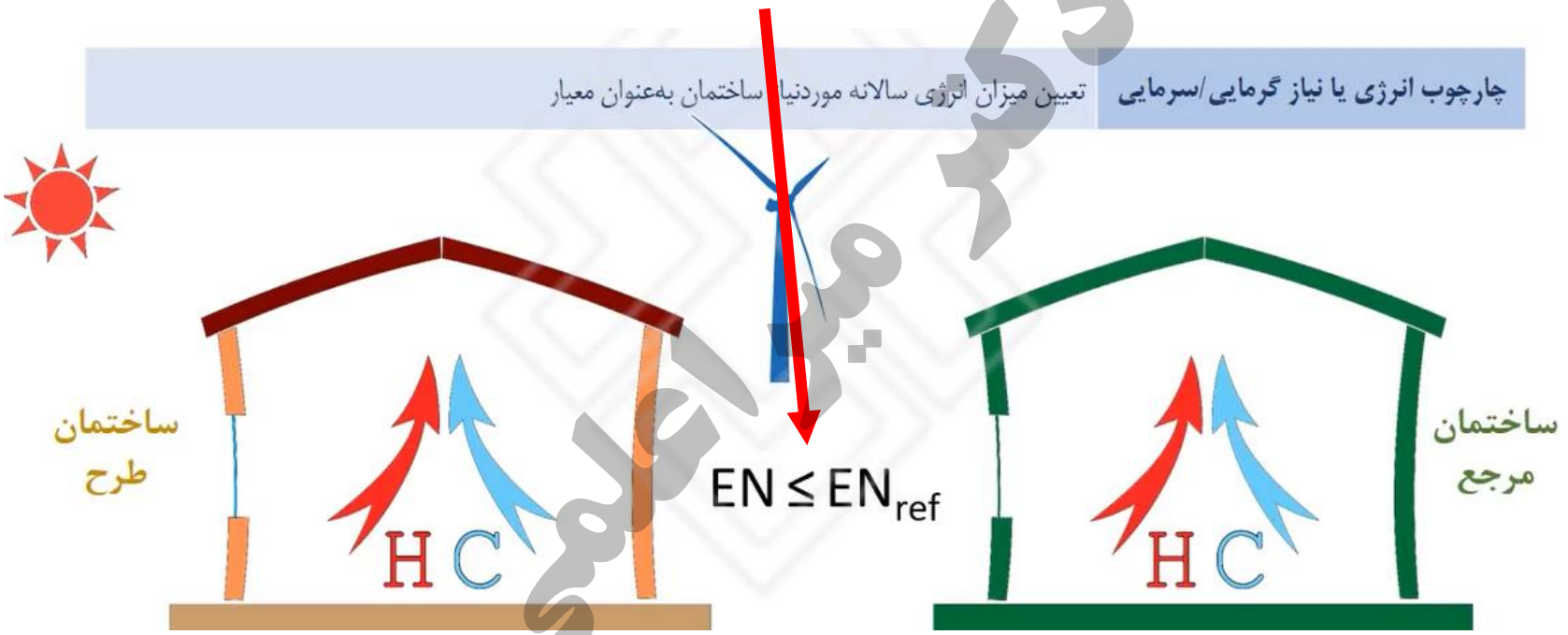
دکتر میر اعلمی

❖ تفاوت روش نیاز انرژی با روش موازنه ای:

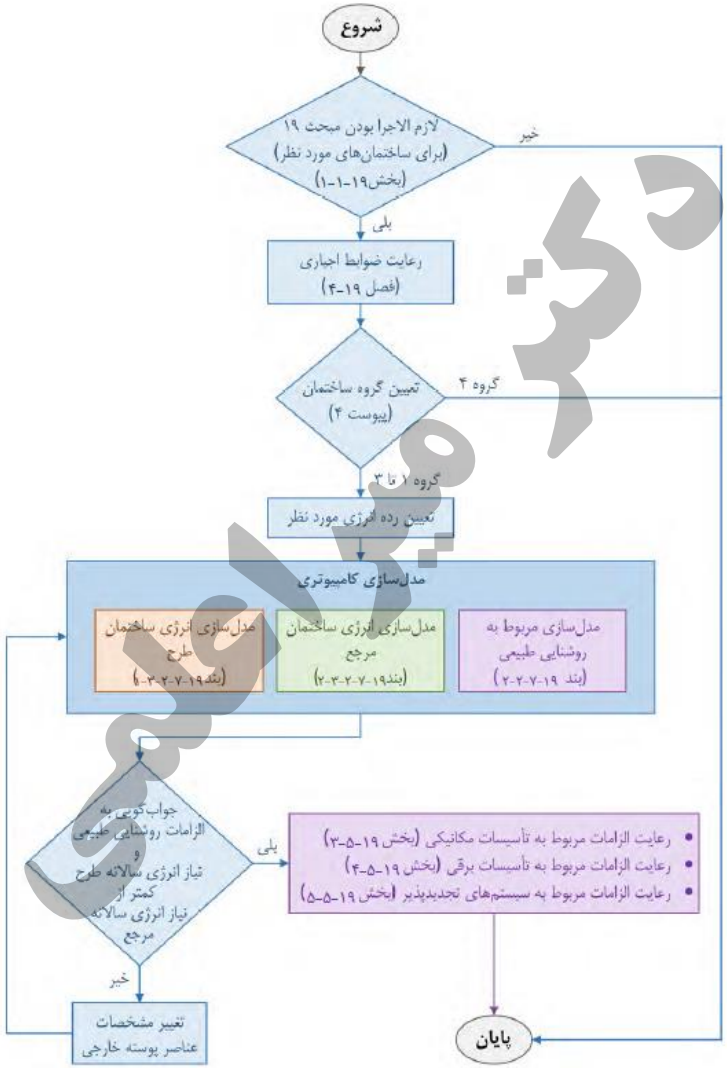
- ❖ در روش نیاز انرژی ساختمان، علاوه بر در نظر گرفتن میزان انتقال حرارت ساختمان (H)، که در روش موازنه ای انجام می گیرد، کاهش یا افزایش نیاز انرژی ناشی از نحوه بهره برداری، تابش خورشید، استفاده از سیستم های شیشه ای کارآمد و سیستم های غیرفعال خورشیدی نیز در محاسبات لحاظ می شود.
- ❖ نیاز انرژی هم به انتقال حرارت و هم انرژی تولید شده در داخل ساختمان وابسته است. برای مثال انرژی تولید شده توسط ساکنین، تجهیزات و انواع فعالیت هایی که در ساختمان انجام می شود، انرژی خورشیدی به خصوص از طریق جدارهای نورگذر و بهره گیری از انرژی های تجدیدپذیر برای کاهش نیاز انرژی روی نیاز انرژی که ساختمان نیاز دارد، تاثیر می گذارد.
- ❖ مقدار انرژی مورد نیاز ساختمان با مقدار نیاز یک ساختمان مرجع مقایسه می شود. سپس مقدار طراحی باید از نیاز انرژی ساختمان مرجع کمتر باشد.
- ❖ ولی کماکان، همانند روش تجویزی و موازنه ای، بهتر بودن مشخصات حرارتی سیستم های تأسیسات مکانیکی و یا الکتریکی امکان تخفیف گرفتن برای طراحی پوسته خارجی ساختمان (یا بالعکس) را فراهم نمی سازد. در عین حال، همانند روش تجویزی و موازنه ای، باعث می شود طراحی بخش های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم های تجدیذیر) به صورت مستقل صورت گیرد.

دکتر میر اعلمی

❖ **مقدار نیاز انرژی ساختمان طراحی با مقدار نیاز یک ساختمان مرجع مقایسه می شود. سپس مقدار طراحی باید از نیاز انرژی ساختمان مرجع کمتر باشد.**



دکتر میرعلی



دکتر میراعلمی

روش کارآیی انرژی ساختمان

یک قدم فراتر از روش نیاز انرژی

- در این روش، کل انرژی سالانه مصرفی مبنا قرار می گیرد. در نتیجه، لازم است طراحی پوسته خارجی، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم های تجدیدپذیر به گونه ای صورت گیرد که میزان انرژی سالانه مصرفی ساختمان طرح از مقدار آن برای ساختمان مرجع کمتر باشد.
- به عبارت دیگر، در صورت طراحی ساختمان به روش کارایی انرژی ، علاوه بر در نظر گرفتن میزان نیاز انرژی ساختمان، بازدهی و کارایی سیستم های مورد استفاده در تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان نیز، به صورت یکپارچه ملاک طراحی قرار می گیرد.
- این امر باعث می شود طراحی مطابق این روش تنها توسط یک تیم طراحی منسجم امکان پذیر باشد.

دکتر میرعلی

❖ **در این روش طراحی، میزان انرژی اولیه مصرفی ملاک عمل طراحی قرار می گیرد.**

تعیین میزان انرژی اولیه مصرفی ساختمان مرجع به دو روش امکانپذیر است:

– شبیه سازی و انجام محاسبات عددی ساختمان مرجع، با استفاده از نرم افزارهای مورد تأیید استفاده شده برای تعیین مصرف انرژی ساختمان طرح، مطابق اصول تعیین شده در بند ۱۹–۸–۳–۱–۲ در این حالت میزان انرژی مصرفی به دست آمده برای ساختمان طرح باید کمتر از میزان انرژی اولیه مصرفی ساختمان مرجع باشد؛

– مبنا قرار دادن مقادیر مصرف انرژی مرجع (برای واحد سطح) که در بند ۱۹–۸–۳–۱–۳ ارائه شده است.

در این روش، لازم است اصول زیر رعایت گردد:

الف) میزان انرژی اولیه سالانه ساختمان طرح به کمک شبیه سازی انرژی، با استفاده از نرم افزارهای دارای ویژگی های تعیین شده در بخش ۱۹–۸–۱–۱ محاسبه شود.

دکتر میراعلمی

در صورت استفاده از روش شبیه سازی و انجام محاسبات عددی ساختمان مرجع، میزان انرژی اولیه سالانه ساختمان مرجع نیز با استفاده از این نرم افزارها محاسبه شود؛

پ) داده های اقلیمی باید دارای مشخصات تعیین شده در بخش ۱۹-۸-۱-۲ باشند.

ت) برنامه زمانبندی حضور افراد، استفاده از سیستم روشنایی مصنوعی و تجهیزات، تهویه و دمای تنظیم و دیگر پارامترهای تعیین کننده باید مطابق اصول تعیین شده در بخش ۱۹-۸-۱-۳ و پیوست ۵ باشند.

ث) شرایط سایه اندازی ساختمان های مجاور و دیگر موانع باید با دقت کافی در شبیه سازی لحاظ گردد؛

ج) در صورت استفاده از روش شبیه سازی برای محاسبه انرژی اولیه ساختمان مرجع، برای تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم های بر پایه انرژی هوای تجدیدپذیر ساختمان مرجع، شرایط ارئه شده در بند ۱۹-۸-۳-۱-۲ رعایت شود.

چ) مدارک فنی و اطلاعات مورد نیاز برای بررسی محاسبات انجام شده باید ویژگی های ارائه شده در ۱۹-۸-۳-۳ را داشته باشد.

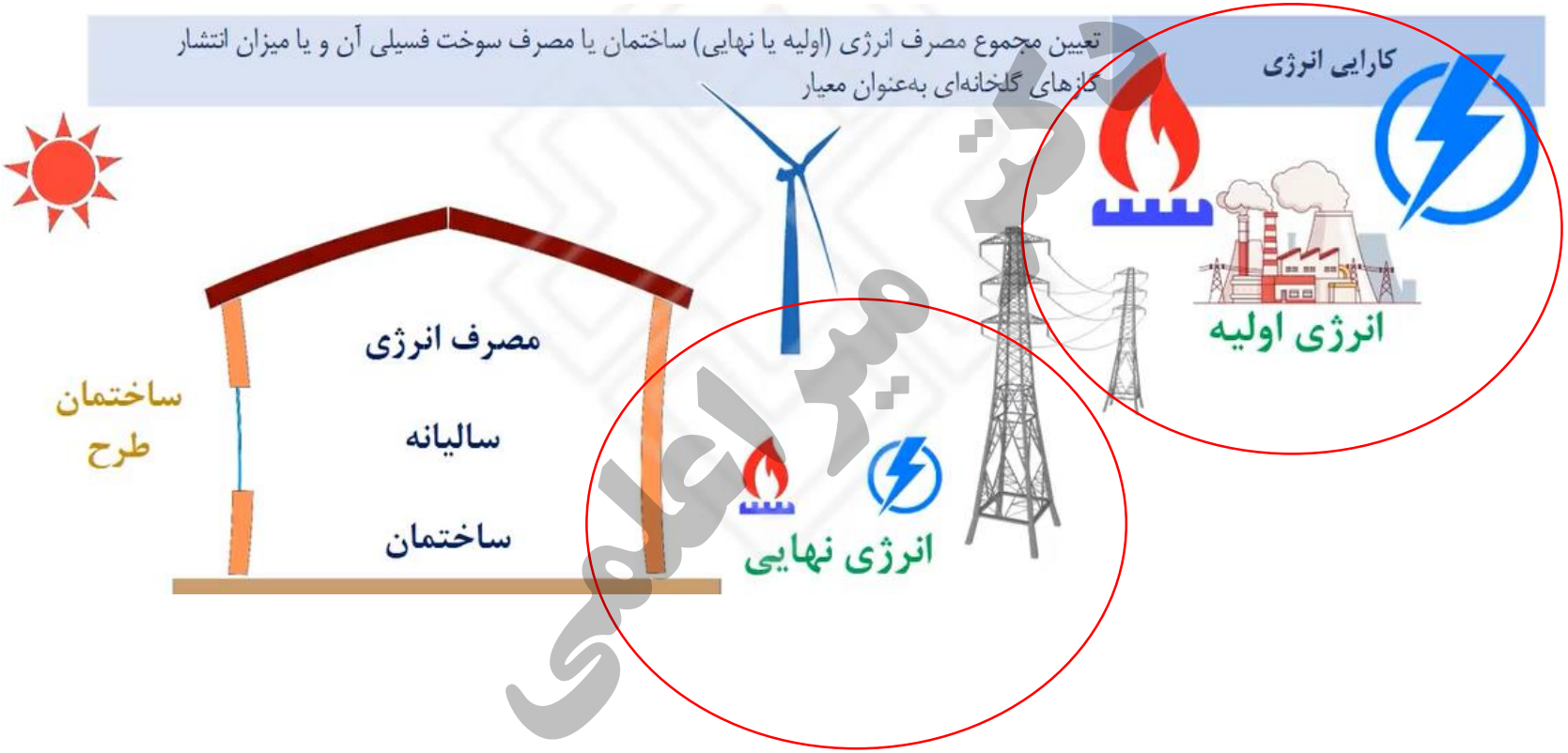
دکتر مرعلمی

❖ تفاوت روش کارآیی انرژی با روش نیاز انرژی:

- ❖ برخلاف روش نیاز انرژی که در آن بازدهی و کارآیی سیستم های سرمایی، گرمایی، تهویه ای و غیره تاثیری روی نیاز انرژی نداشتند و به صورت مستقل ارزیابی می شدند، در این روش معیار و ملاک، مقدار انرژی مصرفی در ساختمان است.
- ❖ این انرژی می تواند انرژی نهایی مصرفی در پای ساختمان، یا انرژی اولیه با در نظرگرفتن همه اتلاف هایی که از تولید تا مصرف وجود دارد و آن را انرژی اولیه می نامند.
- ❖ مقدار مصرف انرژی اینجا برایمان مهم است. به عبارتی نه تنها انتقال حرارت از جدارها، نه تنها مقدار انرژی کسب شده در داخل تعیین کننده است، بلکه کارآیی انرژی و به عبارتی بازدهی تجهیزات سرمایی گرمایی و سیستم های الکتریکی و غیر الکتریکی که برای گرم کردن و سرد کردن و تامین آب گرم مصرفی در ساختمان وجود دارند، همه تعیین کننده هستند.

دکتر میر اعلمی

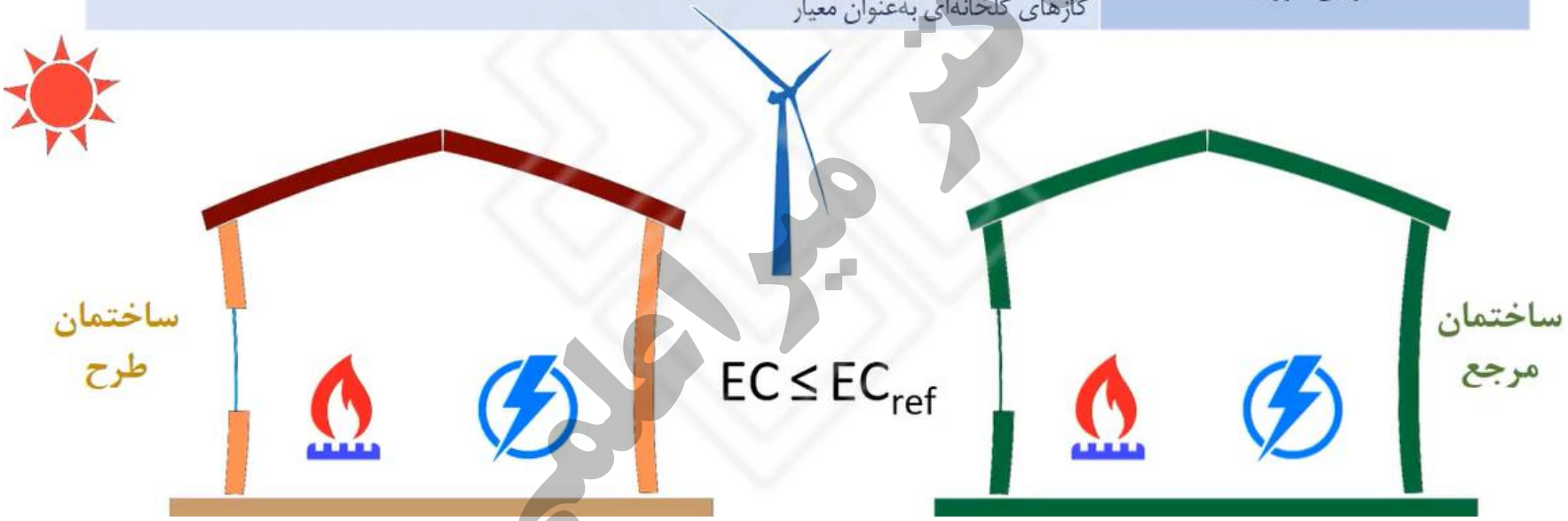
تعیین مجموع مصرف انرژی (اولیه یا نهایی) ساختمان یا مصرف سوخت فسیلی آن و یا میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌عنوان معیار



دکتر میر اعلمی

حالت اول: مقایسه مقدار انرژی ساختمان طرح با مقدار انرژی ساختمان مرجع:

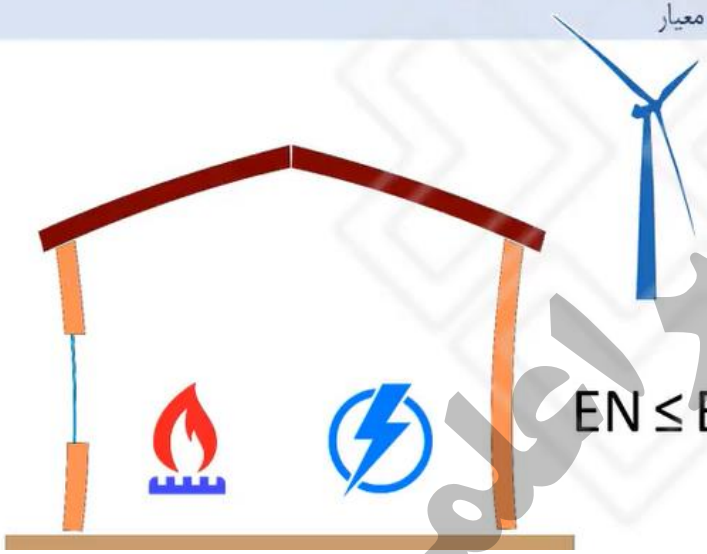
کارایی انرژی	تعیین مجموع مصرف انرژی (اولیه یا نهایی) ساختمان یا مصرف سوخت فسیلی آن و یا میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌عنوان معیار



دکتر میر اعلی

حالت دوم: مقایسه مقدار انرژی ساختمان طرح با مقدار عددی ثابت از مبحث ۱۹:

کارایی انرژی	تعیین مجموع مصرف انرژی (اولیه یا نهایی) ساختمان یا مصرف سوخت فسیلی آن و یا میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌عنوان معیار



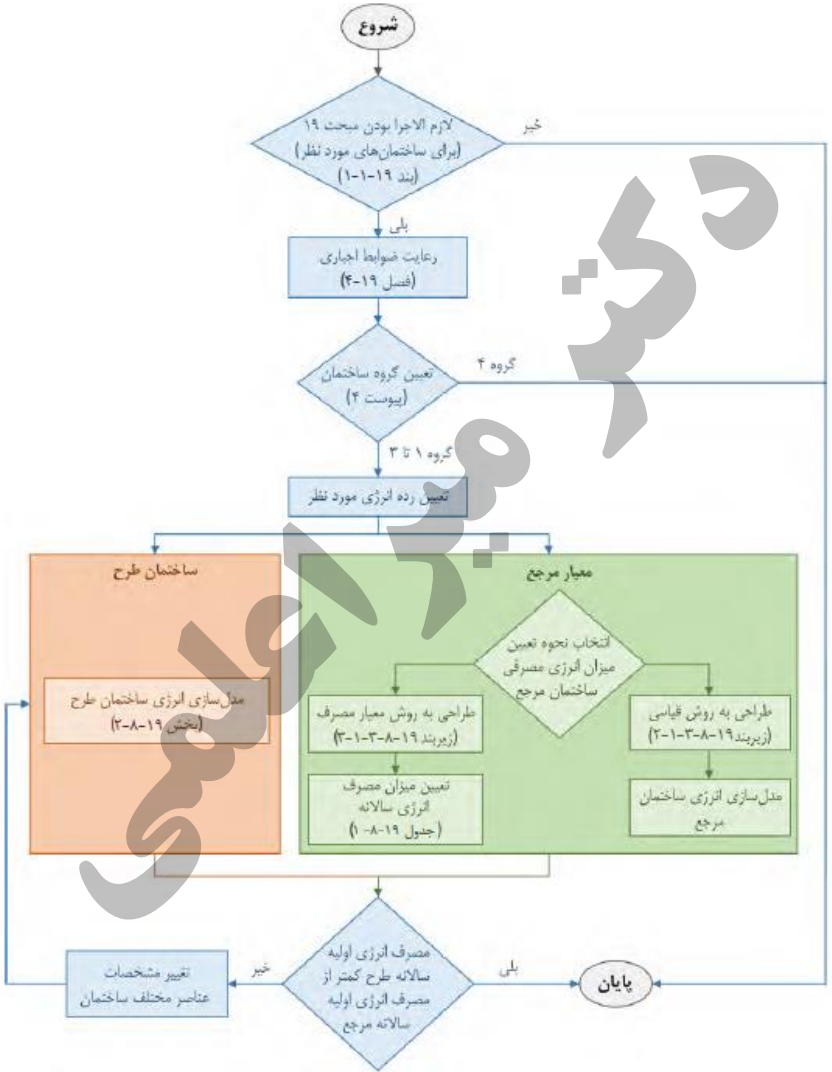
$$EN \leq EN_{ref} \quad (\ \ + \ \ )/m^2$$

دکتر میرا علمی

جدول ۱۹-۸-۱ میزان مصرف انرژی سالانه [kWh/m^2] (بر مبنای واحد سطح فضاهای کنترل‌شده)

رده انرژی			ساختمان با کاربری الف				ساختمان با کاربری ب یا ج			
	درجه انرژی (گرمایی-سرمایی) (ر.ک. به پیوست ۳)		زیاد		متوسط	کم	زیاد		متوسط	کم
	نیاز غالب (ر.ک. به پیوست ۳)		گرمایی	سرمایی	گرمایی یا سرمایی	گرمایی یا سرمایی	گرمایی	سرمایی	گرمایی یا سرمایی	گرمایی یا سرمایی
	منطبق با مبحث ۱۹	(EC)	۳۲۰	۵۲۰	۲۹۰	۲۶۰	۱۸۰	۳۲۰	۱۶۰	۱۴۰
	کم انرژی	(EC+)	۲۰۰	۳۲۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۲۰	۲۰۰	۱۰۰	۸۰
	بسیار کم‌انرژی	(EC++)	۱۵۰	۲۴۰	۱۳۰	۱۱۰	۹۰	۱۵۰	۸۰	۷۰
	مصرف انرژی نزدیک صفر	(ECnZ)	۵۰	۸۰	۴۵	۳۵	۳۰	۵۰	۲۵	۲۰

دکتر میراعلمی

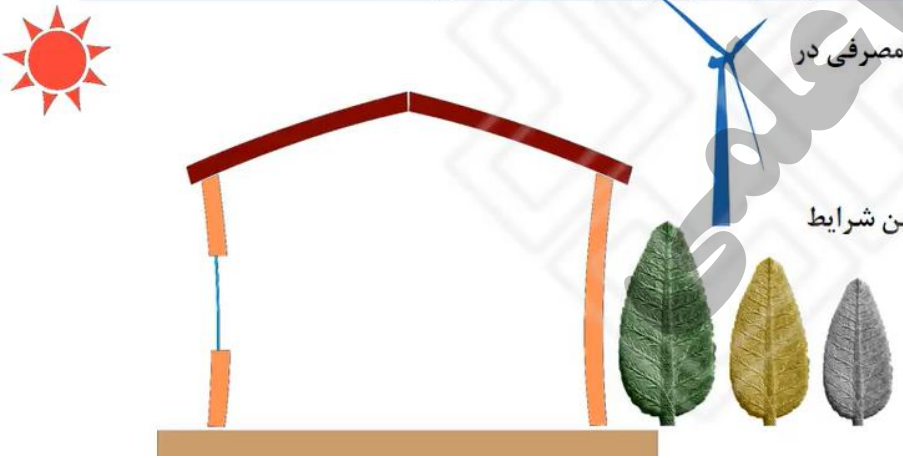


دکتر مرادعلی

- **بخش انرژی و محیط زیست در روش چرخه حیات به یکدیگر وصل می شوند.**
- **بحث ساختمان های سبز**
- **فقط انرژی مصرفی در دوره بهره برداری ملاک نیست بلکه انرژی صرف شده برای تولید مصالح و انواع فرآورده هایی که در ساختمان استفاده می شود نیز ملاک است.**
- **انرژی مورد نیازی که برای تخریب و بازیافت مصرف می شود.**
- **کل چرخه حیات ملاک ارزیابی قرار می گیرد.**

چرخه حیات

تعیین مجموع مصرف انرژی (تولید مصالح و فراورده‌ها، حمل، اجرا، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری، تخریب و بازیافت، ...) در کل طول عمر مفید (بهره‌برداری) ساختمان به‌عنوان معیار



ارزیابی انرژی ساختمان‌ها، با مبنا قرار دادن کل انرژی مصرفی در چرخه حیات، شامل انرژی‌های مصرفی برای:

- تولید مصالح و فراورده‌های مورد نیاز برای ساخت
- بهره‌برداری از ساختمان و مصرف انرژی برای تأمین شرایط آسایش ودیگر نیازهای بهره‌بردارن
- تخریب ساختمان در پایان دوره عمر
- بازیافت مصالح تولیدشده از تخریب

برای ضخامت عایق حرارتی مورد استفاده در جدارها، بسته به پارامترهای متعدد، مقدار بهینه‌ای وجود دارد، زیرا:
زمانی که هزینه‌ای برای نصب، به صورت ثابت پرداخت می‌شود، در نظر گرفتن ضخامت بسیارکم باعث می‌شود صرفه‌جویی سالانه هزینه‌های انرژی ناچیز باشد و زمان طولانی برای برگشت سرمایه مورد نیاز باشد.
برای ضخامت‌های بیش از زیاد عایق حرارتی، میزان صرفه‌جویی به ازای افزایش ضخامت بسیار ناچیز می‌شود
در نتیجه، لازم است برای حالت‌های مختلف، مقدار بهینه مقاومت یا ضخامت عایق حرارتی مشخص گردد.

دکتر سرعلی

بار گرمایی و سرمایی در شهرهای مختلف:

❖ **بار گرمایی سرمایی در شهرهای مختلف متفاوت است اما مجموع خیلی تفاوتی ندارد.**

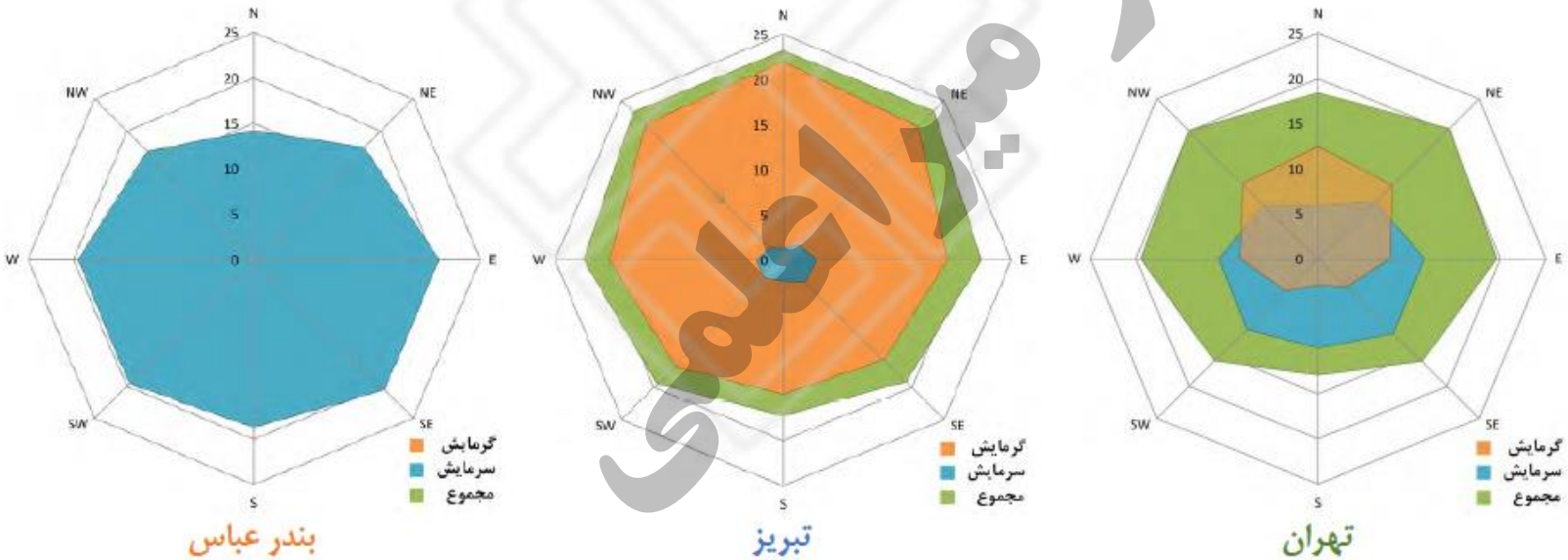
❖ **بیشترین انتقال حرارت از جدارها در شرق، غرب، شمال شرق و شمال غرب است. (بعضی موارد جنوب شرق و جنوب غرب)**

❖ **جهت جنوب کمترین میزان مصرف انرژی را دارد. به خصوص در مناطق سردسیر**

❖ **جهت جنوب و شمال در مناطق گرمسیر مساله انتقال حرارت را دارند.**

❖ **فعلاً تفکیکی میان عایق کاری برای جهت های مختلف دیوارها در نظر گرفته نشده (حتی در ویرایش جدید مبحث ۱۹)**

تأثیر جهت‌گیری جدار خارجی



میزان گرمایش و سرمایش سالانه برای هر متر مربع از جدار خارجی در هشت جهت جغرافیایی

دکتر میر اعلمی

تاثیر پل های حرارتی:

- در حالتیکه عایق حرارتی خارج دیوار نصب شود، که در این صورت پل های حرارتی به حداقل می رسد، در مقایسه با داخلی و میانی، انتقال حرارت خیلی کمتر است.
- میزان مقاومت حرارتی مورد انتظار در عایق کاری خارجی به مراتب کمتر از میانی و داخلی است.

دکتر میرعلی

نمونه سوالات امتحانی:

❖ **سوال ۱: مقاومت حرارتی دیوار با بلوک سفالی با ضخامت جدار ۴۰ سانتی متر چندبرابر مقاومت حرارتی دیوار بلوک سفالی با ضخامت ۲۰ سانتی متر می باشد؟**

❖ **پاسخ: با توجه به پیوست ۸ و جدول پ (۸–۶) مقاومت حرارتی دیوار با بلوک سفالی برای ضخامت های جدار ۴۰ و ۲۰ سانتی متر به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۳۹ می باشد.**

لذا پاسخ سوال ۲ می باشد.

پ۸-۳-۴ بلوک سفالی (دیوار)

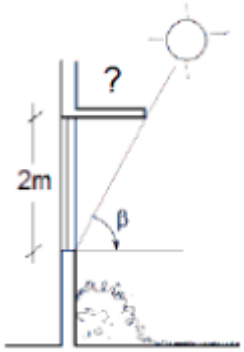
جدول پ۸-۶ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سفالی در دیوار

شکل بلوک مقطع افقی	ضخامت جدار (سانتی‌متر)					
	۷٫۵	۱۰٫۵	۱۲٫۵	۱۵	۲۰	۴۰
	۰٫۱۶	۰٫۲۰				
			۰٫۲۷	۰٫۳۰		
یا					۰٫۳۹	۰٫۷۸

دکتر میر اعلمی

❖ **سوال ۲: قرار است برای پنجره های سمت جنوبی ساختمانی در شهر رشت سایه بان نصب شود، طول سایه بان افقی چقدر است؟**

پاسخ: با توجه به پیوست ۱۰ و جدول، زاویه سایه بان افقی برای پنجره های جنوبی ۶۰ درجه می باشد. لذا طول سایه بان افقی برابر $L = \frac{2}{\tan 60} = 1.155\ m$ **می باشد.**



دکتر میر اعلمی

❖ **سوال ۳: در محاسبات روش موازنه ای برای یکسان تلقی کردن واحد های یک ساختمان، کدام شرایط باید همزمان باشد؟**

الف) تفاوت ابعاد زیر ۵ درصد باشد.

ب)مشخصات حرارتی پوسته خارجی مشابه باشد.

پ)جهت گیری و موقعیت جدارها یکسان باشد.

ت)سیستم سرمایش، گرمایش و تامین آب گرم مشابه باشد.

ث) کاربری واحدها یکسان باشد.

1) **الف، ب، پ، ت**
2) **الف، پ، ت**
3) **الف، ب، پ**
4) **همه موارد**

❖ **پاسخ: با توجه به بند ۱۹-۶-۲ صفحه ۱۲۲ مبحث ۱۹، گزینه چهارم صحیح می باشد.**

دکتر میر اعلمی

سوال۴: مطلوب است تعیین ضریب انتقال حرارت یک پنجره با مشخصات زیر:

نوع قاب: چوبی لولایی/ضریب انتقال حرارت قاب مطابق گواهی نامه فنی: نامشخص

نوع شیشه دوجداره

گاز موجود میان دو شیشه: ۸۵ درصد کریپتون

فاصله داخلی بین دو شیشه ۱۰ میلی متر

وضعیت گسیلندگی شیشه: بدون لایه های کم گسیل

گام اول: محاسبه ضریب انتقال حرارت شیشه:

جدول (پ۹–۳) : ضریب انتقال حرارت Ugl=2.6 (برای شیشه های عادی)

گام دوم: محاسبه ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر:

جدول (پ۹–۹) : برای پنجره های لولایی با قاب چوبی با Ugl=2.6، در صورتیکه ضریب هدایت حرارت مشخص نباشد، مقدار آن را ۰/۱۸ در نظر میگیریم و در این صورت ضریب انتقال حرارت ۲/۸ خواهد بود.

دکتر میر اعلمی

سوال ۵:

مطلوبست تعیین ضریب انتقال حرارت جدارنورگذر با مشخصات زیر:

نوع قاب: پی وی سی–لولایی/ضریب انتقال حرارت قاب مطابق گواهینامه فنی: Ufr= 1.8 W/m2.K

نوع شیشه: دوجداره

گاز میان دو شیشه:۸۵ درصد آرگون/فاصله داخلی بین دو شیشه: ۱۰ میلی متر

وضعیت گسیلندگی شیشه: بدون لایه های کم گسیل

گام اول: محاسبه ضریب انتقال حرارت شیشه:

جدول (پ۹–۲) : ضریب انتقال حرارت ۲/۸ (برای شیشه های عادی)

گام دوم: محاسبه ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر:

جدول (پ۹–۸) : برای پنجره های لولایی با Ufr= 1.8 W/m2.K، ضریب انتقال حرارت ۲/۷ خواهد بود.

دکتر میر اعلمی

سوال ۶:

نوع قاب: آلومینیومی حرارتشکن، لولایی

– ضریب انتقال حرارت قاب مطابق گواهینامه فنی: نامشخص

– نوع شیشه: دوجداره

– گاز موجود در فاصله میان دو شیشه: ۱۰۰ درصد هوا/فاصله داخلی بین دو شیشه: ۱۲ میلیمتر

– وضعیت گسیلندگی شیشه: گسیلندگی عمود مفید ۰/۲، مورد تأیید یک مرجع معتبر

گام اول: محاسبه ضریب انتقال حرارت شیشه:

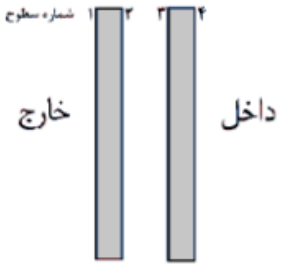
جدول (پ۹–۱) : ضریب انتقال حرارت ۲ (برای شیشه های کم گسیل)

گام دوم: محاسبه ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر:

جدول (پ۹–۷) : با توجه به اینکه ضریب انتقال حرارت قاب فاقد گواهینامه فنی مشخص است، با انتخاب U_{fr}= 5 W/m2.K، ضریب انتقال حرارت ۳/۴ خواهد بود.

دکتر میر اعلمی

سوال ۷: برای اثر بخشی لازم مجموعه شیشه های کم گسیل در مناطق با نیاز سرمایی زیاد (گرمسیر) ضروری است پوشش کم گسیل روی کدام سطح چسبانده شود؟



۱) سطح ۱

(۲) سطح ۲

(۳) سطح ۳

(۴) سطح ۴

پاسخ: با توجه به پیوست ۹ و بند پ ۹–۱ برای آنکه مجموعه شیشه های کم گسیل اثربخشی لازم را دارا باشد، ضروری است پوشش روی سطح ۲ باشد.

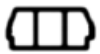
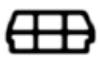
دکتر میرا علمی

سوال ۸: در یک سقف تیرچه بلوک با فاصله محور تا محور تیرچه ها ۵۰ سانتیمتر و ارتفاع بلوک ۲۵ سانتیمتری با پوشش بتنی روی تیرچه ۵ سانتی متری جنس بلوکها طبق نقشه اجرایی از بلوک سیمانی متداول بوده ولی در اجرا از بلوکهای سفالی متداول در سقف استفاده شده است مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک با تغییر جنس بلوکها چطور تغییر میکند؟

جدول پ۸-۸ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچهٔ بلوک سفالی

شکل بلوک مقطع افقی	ارتفاع بلوک (سانتی‌متر) ۲۰	۲۵
	۰/۲۶	
		۰/۳۵

جدول پ۸-۹ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک سیمانی

شکل بلوک مقطع افقی	ارتفاع بلوک (سانتی‌متر) ۲۰	۲۵
	۰/۱۵	
		۰/۲۵

(۱) مقاومت حرارتی ۴۰ درصد افزایش پیدا میکند.

(۲) مقاومت حرارتی ۳۰ درصد کاهش پیدا میکند.

(۳) مقاومت حرارتی ۱۰ درصد کاهش پیدا می کند.

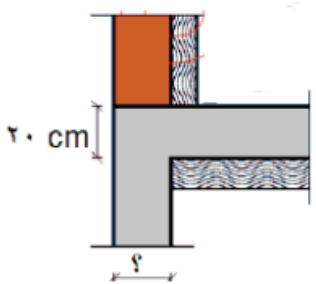
(۴) مقاومت حرارتی ۱۰ درصد افزایش پیدا می کند.

پاسخ: با توجه به پیوست ۸ و بند پ ۸-۳-۵ و ۸-۳-۶ مقاومت حرارتی از ۰/۲۵ به ۰/۳۵ و ۴۰ درصد افزایش می یابد.

$$\frac{0.35-0.25}{0.25}\times 100 = 40\%$$

دکتر میراعلمی

سوال ۹: مطابق شکل در اتصال کف با عایق از خارج با بنایی دارای عایق از داخل، درصورتی که بخواهیم ضریب انتقال حرارت خطی برابر ۰/۲۵ شود ضخامت دیوار کدام گزینه می تواند باشد؟



۱) ۲۰ سانتی متر

۲) ۲۸ سانتی متر

۳) ۱۵ تا ۱۹ سانتی متر

۴) ۲۰ تا ۲۵ سانتی متر

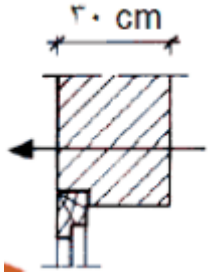
پاسخ: با توجه به پیوست ۱۱ و بخش مربوط به اتصال کف با عایق از خارج و با دیوار بنایی دارای عایق از داخل ضخامت دیوار برابر ۱۵ تا ۱۹ سانتی متر خواهد شد.

جدول پ۱۱-۸ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بنایی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج [W/(m.K)]

e_1 (cm) / e_2 (cm)	۱۵٫۰	۱۷٫۵	۲۰٫۰	۲۲٫۵	۲۵٫۰	۲۷٫۵	۳۰٫۰
۱۵ تا ۱۹	۰٫۲۱	۰٫۲۳	۰٫۲۵	۰٫۲۸	۰٫۳۱	۰٫۳۳	۰٫۳۶
۲۰ تا ۲۵	۰٫۱۹	۰٫۲۲	۰٫۲۴	۰٫۲۶	۰٫۲۸	۰٫۳۱	۰٫۳۳

دکتر میر اعلمی

سوال ۱۰: ضریب انتقال حرارت خطی با اتصال بازشو به جدار خارجی غیرنور گذر که ضریب انتقال حرارت آن در محدوده ۰/۶۵ تا ۰/۸۵ قرار دارد کدام گزینه است؟ (بازشو همباد خارج در دیوار بدون عایق است.)



1) **۰/۱۲**

2) **۰/۱۹**

3) **۰/۲۲**

4) **با این اطلاعات قابل محاسبه نیست.**

پاسخ: با توجه به پیوست ۱۱ و بخش مربوط به بازشوهای همباد خارج در دیوار بنایی بدون عایق ضریب انتقال حرارت خطی ۰/۱۹ خواهد شد.

جدول پ۱۱-۱۲ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر [W/(m.K)]

ضریب انتقال حرارت / دیوار e (cm)	۰٫۴۰ تا ۰٫۶۰	۰٫۶۵ تا ۰٫۸۵	۰٫۹۰ تا ۱٫۱۰	۱٫۱۵ تا ۱٫۳۵	۱٫۴۰ تا ۱٫۶۰	۱٫۶۵ تا ۱٫۸۵	۱٫۹۰ تا ۲٫۱۰
۲۰ تا ۲۴	۰٫۱۰	۰٫۱۳	۰٫۱۵	۰٫۱۷	۰٫۱۸	۰٫۱۹	۰٫۲۰
۲۵ تا ۲۹	۰٫۱۳	۰٫۱۶	۰٫۱۹	۰٫۲۰	۰٫۲۲	۰٫۲۳	۰٫۲۴
۳۰ تا ۳۴	۰٫۱۵	۰٫۱۹	۰٫۲۲	۰٫۲۴	۰٫۲۶	۰٫۲۸	۰٫۲۹
۳۵ تا ۴۰	۰٫۱۷	۰٫۲۲	۰٫۲۵	۰٫۲۸	۰٫۳۰	۰٫۳۲	۰٫۳۳

دکتر میر اعلمی

منشا مصالح عایق کاری حرارتی چهار دسته است:

- ✓ **حیوانی:** نظیر مو و پشم حیوانات که فعلا" مصرف نمی شوند.
- ✓ **معدنی:** پشم شیشه ، پشم سنگ ، پشم سرباره ها و آزبست ها
- ✓ **مصنوعی و پلیمری:** پلی استایرن و پلی اورتان
- ✓ **گیاهی:** مواد سلولزی یا فیبری نظیر نی ، کاه ، الیاف گیاهان ، کتان و چوب پنبه که خیلی مصرف ندارند.

دکتر میر اعلمی

چگونگی عایق کاری پوسته ها:

❑هر پوسته اعم از دیوار، بام و کف به روش های زیر قابل عایق کاری است:

✓ عایق کاری حرارتی در داخل

✓ عایق کاری حرارتی در خارج

✓ عایق کاری حرارتی در وسط و یا لایه هوا

✓ عایق کاری حرارتی همگن

دکتر میر اعلمی

عایق پشم معدنی پشم سرباره Slag wool

- پشم معدنی که از مذاب سرباره ی کوره ساخته می شود از محصولات جانبی کوره ی بلند پس از استخراج آهن از سنگ هماتیت می باشد.
- حداکثر تحمل درجه حرارت آن، در حالت مخلوط با ماده چسباننده ۳۵۰درجه سانتی گراد است. پشم سرباره عایق بسیار خوبی جهت صوت می باشد.

دکتر میراعلمی

پشم شیشه (GLASS WOOL)

- از معروف ترین و قدیمی ترین انواع عایق هاست در حدود ۴۰سال است که در ایران تولید می شود.

دکتر میر اعلمی

عایق بندی دیوار با پشم شیشه

عایق بندی نمای خارجی با پشم شیشه

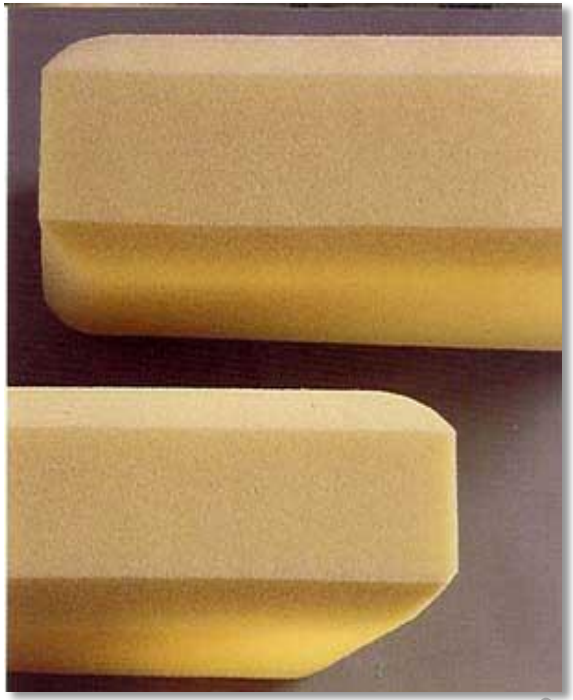
عایق EPDM

❑این ماده مخلوط اتیلن، پروپیلن و داین است و در مناطق سردسیر و درجه حرارت زیر سی درجه سانتی گراد خصوصیات عالی از خود نشان می دهد. EPDM انتخاب معقول در بین فوم هاست.

عایق لوله از جنس EPDM

دکتر میر اعلمی

اسفنج پلی اورتان POLYURETHANE FOAM



❑ماده عایق کاری پلاستیک سلولی نیمه صلب یا صلبی است که دارای ساختار اساسا" سلول بسته و بر پایه پلی یورتان می باشد.

❖(استاندارد ملی۸۰ ۸۴ بند۴-۲-۶)

دکتر میر اعلمی

عایق دیاتومه ای (diatomaceous insulation)

- ماده عایق عمدتا از بقایای دیاتومه ها (گروه بزرگی از جلبک ها)

دکتر میرا علمی

چوب پنبه (cork)

❑ماده ای که به طور دوره ای از ساقه درخت چوب پنبه (کرکس سابرال) که لایه محافظ آنرا تشکیل می دهد،گرفته می شود.

❖(استاندارد ملی ۸۰۸۴– بند ۴–۱۲)

❑تخته چوب پنبه : فرآورده پیش ساخته ای است که از چوب پنبه دانه ای منبسط و متصل شده در اثر حرارت تحت فشار , بدون افزودن چسب ساخته می شود.

❖(استاندارد ملی ۸۰۸۴)

دکتر مراعلی

عایق سلولزی: (cellulose insulation)

- عایق الیافی که از کاغذ , مواد خام تخته کاغذی یا چوب با چسباننده ها , کند سوز کننده ها و سایر افزودنی ها یا بدون آنها مشتق می شود.

(استاندارد ملی ۸۰۸۴– بند ۴–۱۱)

دکتر میر اعلمی

پشم چوب (wood wool)

❑تراش های بلند چوب است.

❑دال پشم چوب (wood wool slab):

❑فرآورده عایق صلبی است که از پشم چوب فله ای که با یک چسباننده معدنی بهم متصل شده و تا ضخامت نهایی فشورده می گردد ساخته می شود.

❑تخته نرم الیاف چوب:

❑فراورده عایقکاری که از الیاف چوب , با افزودن یک ماده چسباننده یا بدون آن ساخته می شود تا به شکل نهایی آن با بکار بردن حرارت یا بدون آن متراکم گردد.

دکتر میر اعلمی

❑عایق حرارتی نانو یا NANSULATE ماده جدیدی از فناوری نانو می باشد که محافظ و عایق حرارتی مناسبی در مقابل هر سه نوع انتقال گرما شامل تشعشع ، جابجایی و همرفتی می باشد. با این خصوصیت که می توان از آن براحتی در ساختمانهای در دست بهره برداری نیز استفاده نمود و هیچگونه تغییر ظاهری در ترکیب ساختمان ایجاد نمی کند .

❑نانو عایق به عنوان جدید ترین محصول عایق حرارتی تولید شده در جهان بوده که با استفاده از تکنولوژی نانو تولید می شود و دارای کمترین میزان انتقال حرارت در میان تمام عایق های موجود بوده و خصوصیت ویژه این محصول مایع بودن آن است که امکان استفاده از آن را توسط هر نوع وسیله رنگ آمیزی فراهم می کند.

دکتر میراعلی

بتن سبک Lightweight concrete

- بتن حاوی درصد حجمی زیادی از سنگ دانه سبک است.
- بتنی که از طریق هوادار کردن یا کف دار کردن سلولی می شود و ممکن است بوسیله اتو کلاو عمل آوری شود.

دکتر میر اعلمی

دسته بندی بتن سبک:

- بتن سبک را می توان به دو دسته کلی تقسیم نمود.

۱- بتن سبک اسفنجی

۲- بتن سبک بدون ریزدانه

دکتر میراعلمی

بتن اسفنجی نوعی بتن سبک است که طرح اختلاطی همانند بتن معمولی دارد و وجه تمایز آن با بتن معمولی در آن است که با افــزودن کــف و حباب گاز، حباب‌ها و فضاهایی خالی در بتن ایجاد می‌کنند. لذا بتن اسفنجی با داشتن فضاهای خالی ناشی از حباب‌ها و کف‌ها وزن کمتری نسبت به بتن معمولی دارد. لازم به ذکر است که این نوع بتن بیشتر کاربرد غیرسازه ای یا نیمه سازه‌ای دارد.

بتن اسفنجی به دو دسته زیر تقسیم می‌شود

(الف) بتن سبک گازی یا بتن هوادمیده اتوکلاو شده (AAC)

ب) بتن سبک کفی یا بتن سبک سلولی (CLC)

چگالی بتن اسفنجی غالباً بین ۲۰۰ الی ۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد .

Autoclaved Aerated Concrete (AAC)
Cellular Lightweight Concrete (CLC)

دکتر میر اعلمی

سرباره کوره آهنگدازی، GGBFS

از صنایع آلوده‌کننده‌ی محیط زیست، صنعت سیمان را می‌توان نام برد. از نگرانی‌های زیست‌محیطی در فرآیند تولید سیمان می‌توان به انتشار گرد و غبار و مشکلات تنفسی، آلودگی هوا، آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه و از بین رفتن پوشش گیاهی اشاره کرد.

استفاده از سرباره کوره آهن‌گدازی می‌تواند جایگزین مناسبی برای حل مشکلات مذکور باشد. از مزایای کاربرد سرباره‌ها در مقایسه با سیمان می‌توان به کاهش هزینه‌ی تولید بتن، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی در اثر کاهش تولید دی اکسید کربن و کاهش انرژی مصرفی برای تولید آن اشاره کرد. سرباره کوره آهن‌گدازی نوعی مواد شبه سیمانی بوده که پس از سرد شدن در کوره آهن‌گدازی حاصل می‌شود. با توجه به خواص پوزولانی سرباره، این ماده می‌تواند جایگزین بخشی از سیمان مصرفی در ساخت بتن باشد.

دکتر سراعلی

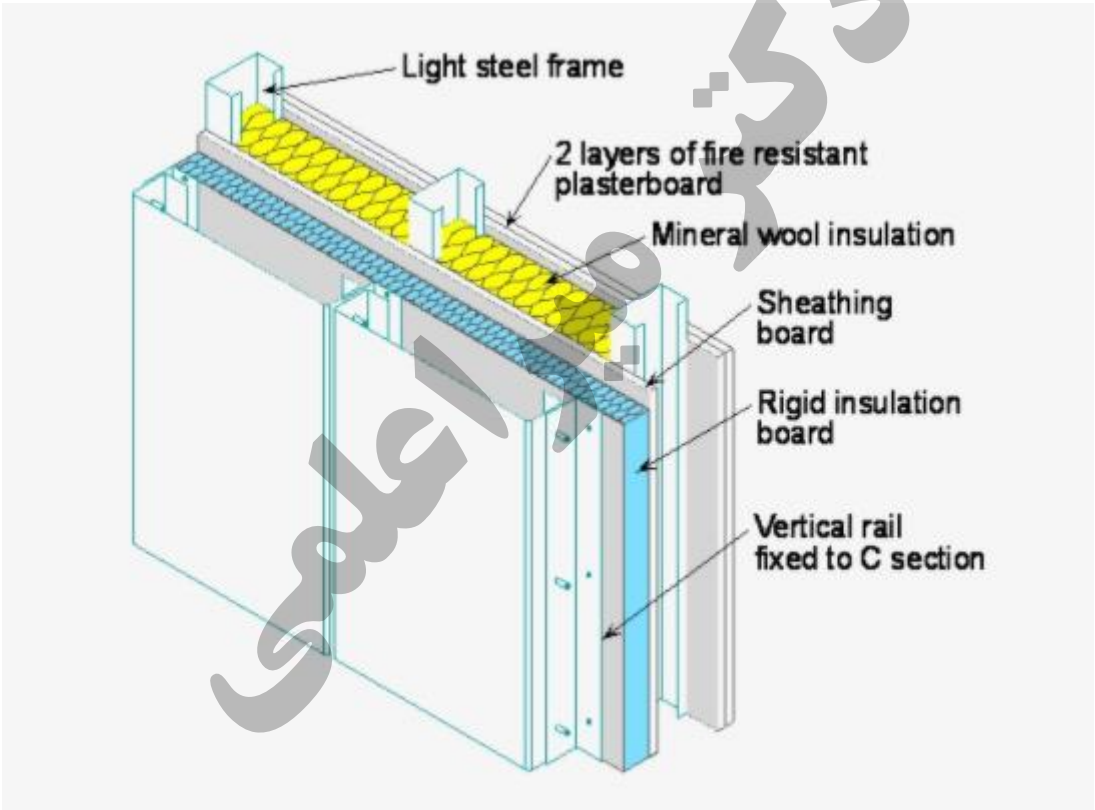
سرباره کوره آهنگدازی، GGBFS

خصوصیات فیزیکی سیمان و سرباره

	وزن مخصوص (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	سطح مخصوص (سانتی-متر مربع بر گرم)	زمان گیرش (دقیقه)		مقاومت فشاری (کیلوگرم بر سانتی‌متر مکعب)		
			اولیه	نهایی	۳ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه
سیمان	۳/۱۴	۲۹۱۶	۱۴۰	۲۱۰	۲۵	۴۱	۵۵
سرباره	۲/۸۹	۳۰۵۰	–	–	–	–	–

دکتر میراعلمی

سیستم سبک فلزی (LSF)



دکتر اعلمی

مزایای سیستم LSF:

۱) مزایا برای طراحـــــان

مـــــدرن بودن سیستم ســـــاختمانی

مدرن بودن استانداردهای مربوط به عملکرد ساختـــمان

تنـــوع درمصـــــالح نما

انعطاف در طـــــراحـــی

۲) مزایا برای سازندگان

سرعت در اجـــــــرای سیستم

کـــــاهش هـــــــزینه نیروی کار

نیازکم به تجهیزات برای‌احداث

سهولت درنصب سیستم‌های تأسیساتی

انجام عملیات کارگـــــاهی در فضـــــای کـــــوچک

پیش‌ساختگی و تولید انبوه (امکان مدولار کردن)

سبک بودن ســـــازه

ایمنی درمحل کارگاه

کـــــاهش هزینـــــه‌هـــا

دکتر میرعلمی

۳)مـــزایا برای ساکنـــــــان

هزینه‌های بهره‌برداری کمتر

عملـــــکرد صوتـــــی مناسب

مقاومت در برابـــــر آتش

افزایش فضای مفید داخلی

۴) مزایا برای محیط زیست

کـــــاهش مصرف انـــــــــرژی (در زمان تولید، اجرا و حتی بهره برداری)

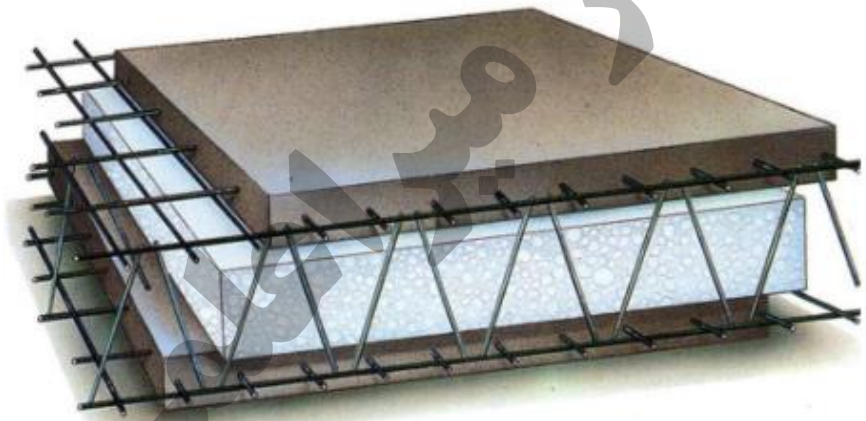
پاکیزگی و رعایت اصول بهداشتی در کارگاه ساختمانی

مصرف کم‌ترمصالح و قابل بازیافت بودن

کاهش برداشت مصالح از معادن

دکتر میر اعلمی

سیستم پانل پیش ساخته سبک سه بعدی
3D Panel



دکتر میرمحمدی

مزایای سیستم در سه بخش معماری، سازه و اقتصادی:

- ✓ انعطاف پذیری پانلهای ساندویچی برای ایجاد اشکال مختلف در بازشوها و فضاهای داخلی ساختمان
- ✓ افزایش فضای مفید به دلیل ضخامت کم پانل ها
- ✓ کاهش جرم ساختمان، باز پخش بیشتر نیرو به دلیل پیوستگی بین دیوارها و سقف، سهولت نصب پانل ها
- ✓ کاهش زمان اجرای پروژه و نیروی انسانی مورد نیاز، امکان احداث سریع ساختمان و اسکان آسیب دیدگان ناشی از بلایای طبیعی

معایب سیستم در سه بخش معماری، سازه و اقتصادی:

- ✓ ترد بودن فولادهای پیش کشیده، دشواری رعایت رواداری ها به هنگام نصب و شاقول کردن پانل ها
- ✓ دشواری کنترل ضخامت بتن پاشیده، عدم امکان ایجاد حفره در داخل بتن پاشیده شده داخل اتصال، عدم دست یافتن به مقاومت های بالای بتن
- ✓ امکان ایجاد خوردگی در شبکه فولادی، عدم امکان دسترسی برای تعمیر یا اصلاح مسیر تأسیساتی

دکتر میرعلی

پانل های دیواری پیش ساخته یا 3D پانل:

ساختمان های بتن مسلح با عایق ماندگار

(Insulating Concrete Formwork)

دکتر میرعلی

روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب عایق ماندگار:

- ✓ این سیستم، شیوه اجرای ساختمان بتن آرمهٔ درجا با قالب های عایق ماندگار پلی استایرنی می باشد که سازه حاصل از آن، یک ساختمان بتن مسلح و در زمره سازه های متداول، تلقی می شود.
- ✓ در این سیستم ساختمانی، قالب های دیوار و سقف با استفاده از مفتول آهن گالوانیزه به قطر ۲.۲ میلی متر، به صورت شبکه جوش شده، در محل کارخانه ساخته شده و در وجوه داخلی و خارجی قالب پانل هایی از مصالح عایق کننده، مانند پلی استایرن منبسط شونده کند سوز، قرار داده می شود.
- ✓ قالب های دیوار بتنی با امکان آرماتور بندی به میزان مورد نیاز و با ضخامت مورد نظر طراح، از ۸۰ تا ۵۰۰ میلی متر و بیشتر برای دیوارها و قالب های سقف، بصورت تیردال یک یا دوطرفه با عمق و فواصل تیرچه های متغیر و دلخواه، توسط خطوط تولید در مقیاس نسبتاً زیاد، قابل تولید است.
- ✓ ضخامت نسبتاً قابل ملاحظه دیوارهای تمام شـــده معمـــــاری را می توان یکی از محدودیـــت های این سیســـتم عنوان کرد.

دکتر میراعلمی

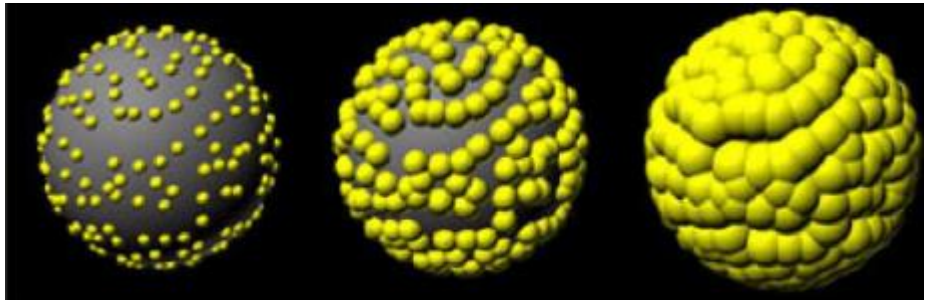
سیستم ICF:

❖ مفهوم نانو:

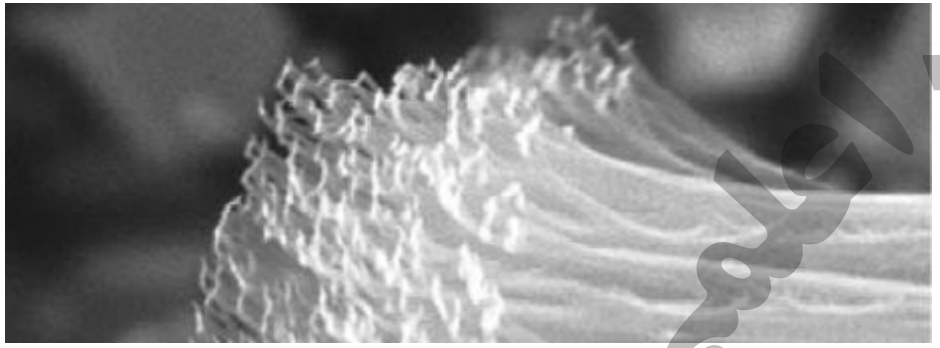
- ✓ مهندسی هدفمند مواد در مقیاس کمتر از ۱۰۰ نانومتر برای بدست آوردن ویژگیها و عملکردهای وابسته به اندازه.
- ✓ برای درک بهتر مقیاس نانومتر کافی است بدانید که اندازه ده اتم هیدروژن در کنار هم حدود یک نانومتر و عرض یک رشته DNA حدود دو نانومتر می باشد.

دکتر میر

❖ چند مثال از کاربرد فناوری نانو:



نانوپوسته های طلا: می توان پوسته های با ضخامت نانومتری از طلا را که بر روی نانوذرات سیلیکا رشد داده شده اند، به نحوی تنظیم کرد که با هدف درمان سرطان، طول موج های متفاوتی را جذب نماید.

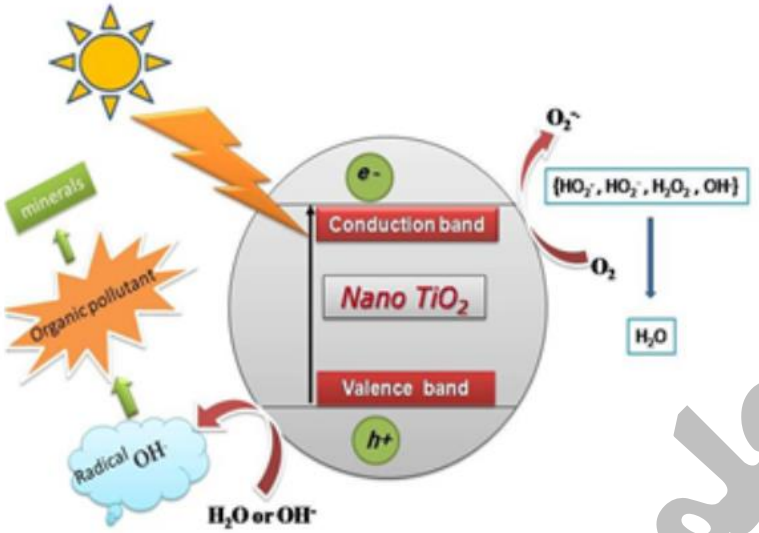


موی زبر مصنوعی: برهمکنش های واندروالس با تعداد زیادی از الیاف های نانو مقیاس بر روی دستکش ها می تواند به سربازان امکان دهد که همانند مارمولک از درخت بالا بروند.

دکتر میر اعلمی

موارد استفاده از فناوری نانو در صنعت ساختمان:

- ✓ استفاده از فناوری نانو جهت رفع آلودگی فضای محیط زندگی و کار
- ✓ فولاد توانمند با خواص مکانیکی بهبود یافته
- ✓ سنگدانه ها و خا ک های هوشمند
- ✓ استفاده از فناوری نانو جهت بهبود عملکرد و ترمیم بتن
- ✓ روکش های ضدخوردگی فولاد
- ✓ شیشه های خود تمیز شونده با پوشش نانویی
- ✓ شیشه های کنترل کننده انرژی با پوشش نانویی جهت کاهش مصرف انرژی
- ✓ افزایش ماندگاری چوب با استفاده از فناوری نانو
- ✓ کاشی و سرامکی با پوشش آنتی باکتریال، آنتی میکروبیال و خود تمیز شونده
- ✓ نگهداری آثار باستانی و میراث فرهنگی با پوشش های نانویی



دکتر میر اعلمی

❖ **استفاده از فناوری نانو جهت رفع آلودگی فضای محیط زندگی و کار:**

نانو فوتو کاتالیست ها می توانند بر روی سطح دیوارها، سطح لامپ های روشنایی و همچنین فیلتر دستگاه های تهویه مطبوع به عنوان بستر قرار بگیرند و با فعالیت کاتالیستی خود بو و آلودگی های محیطی را تجزیه کرده و ضمن تصفیه هوا، سطح بهداشت محیط را بالا ببرند.

برای مثال اکسیژن های دی اکسید تیتانیوم به عنوان یکی از مهم ترین فوتوکاتالیست های رایج با آب موجود در هوا واکنش داده موجب واکنش بین اکسیژن و آب می شوند که در نتیجه آن رادیکال های OH آزاد شده و موجب تجزیه NOxهای موجود در آلودگی هوا شده، آن ها را به HNO3 بی ضرر تبدیل می کنند. ظرفیت تصفیه هوای ۱۰۰۰ متر مربع از سطوح پوشیده شده با فوتوکاتالیست معادل ظرفیت تصفیه هوای ۷۰ درخت صنوبر است.

دکتر میر اعلمی

❖ **فولاد توانمند با خواص مکانیکی بهبود یافته:**

- ✓ **در فولاد توانمند با کربن کم، نانو ذرات مس مرزهای دانه های فولاد را شکل می دهند. تغییر در نانو ساختار آن، فولادِ توانمند حاصل را مقاوم تر، جو ش پذیرتر و پایدارتر در برابر خوردگی می نماید.**
- ✓ **شرکت سوئدی Sandvik Materials Technology به تولید فولادهای با مقاومت بسیار بالا و ضد زنگ با استفاده از فناوری نانو پرداخته اند. محصول جدید این شرکت به Nanoflex موسوم است که چند خصوصیت جالب از جمله مقاومت فوق بالا، شکل پذیری مناسب و مقاومت در برابر خوردگی بالا را در کنار هم دارد.**

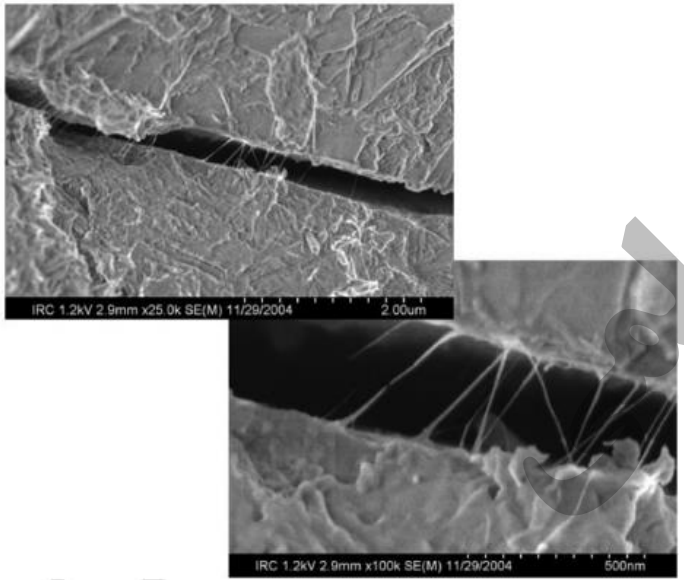
دکتر میرعلمی

❖ استفاده از فناوری نانو جهت بهبود عملکرد و ترمیم بتن:

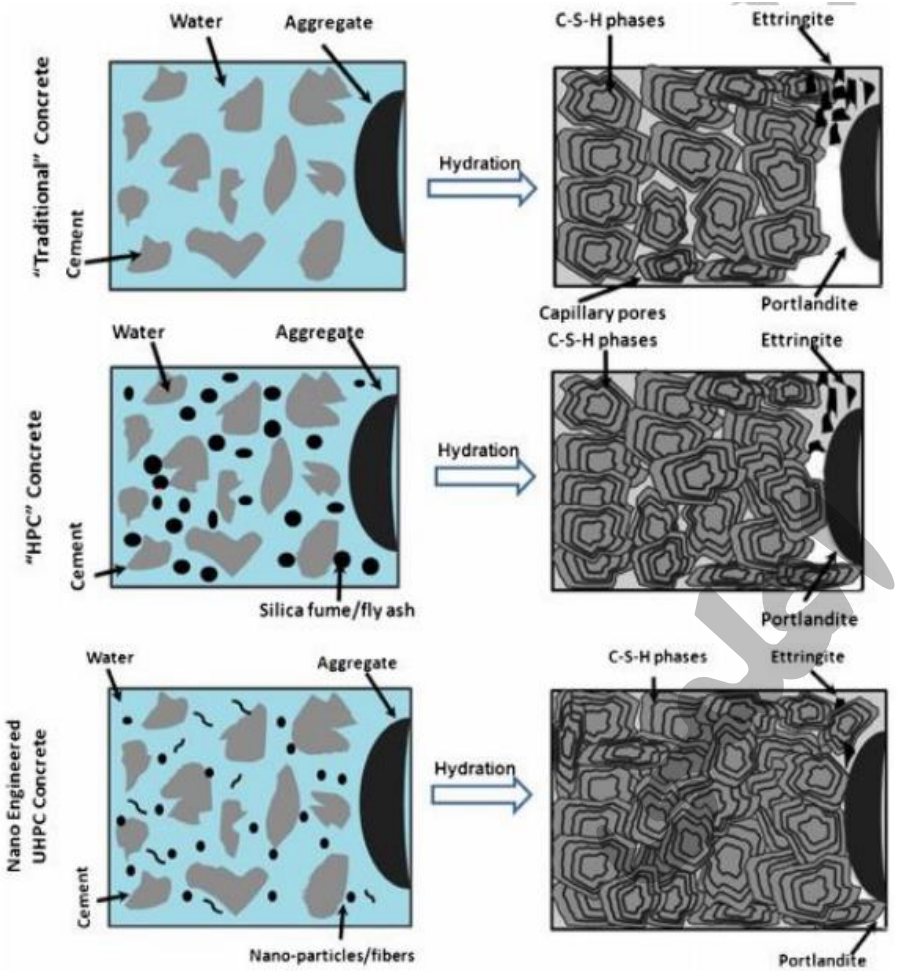
- ✓ یکی از روش های محافظت از بتن های در معرض شرایط محیطی خورنده، مانند محیط های دریایی، استفاده از روکش هایی است که نفوذ عوامل مخرب خارجی را به درون بتن سد میکنند. این روکش ها عموماً خاصیت آب گریزی دارند. همچنین می توان از این روکشها جهت پوشش دهی سطح لوله های بتنی به کار رفته در فاضلاب که در معرض محیط های خورنده بیولوژیکی هستند و یا شمع های بتنی و بسیاری موارد دیگر استفاده نمود.
- ✓ شرکت آلمانی BASF محصولی را تولید کرده که با اضافه شدن به ملات، بتن را ترمیم می کند. استفاده از این مواد علاوه بر افزایش استحکام بندکشی، تراکم و نفوذ پذیری را بهبود می دهد و با کاهش زمان، کاهش هزینه ها را نیز در بر دارد.
- ✓ پوشش های نانو کامپوزیتی مهندسی تولید شده با استفاده از نانوذرات سرامیکی که توسط شرکت آلمانی Inocermic Gmbh به بازار عرضه شده است نیز پوشش های مقاومی برای بتن ایجاد می کند. این پوشش خلل و فرج سطح بتن را پر کرده و براق می کند و علاوه بر این در شرایط بد آب و هوایی، حلالها، پاک کننده های صنعتی و خوردگی مقاوم است.

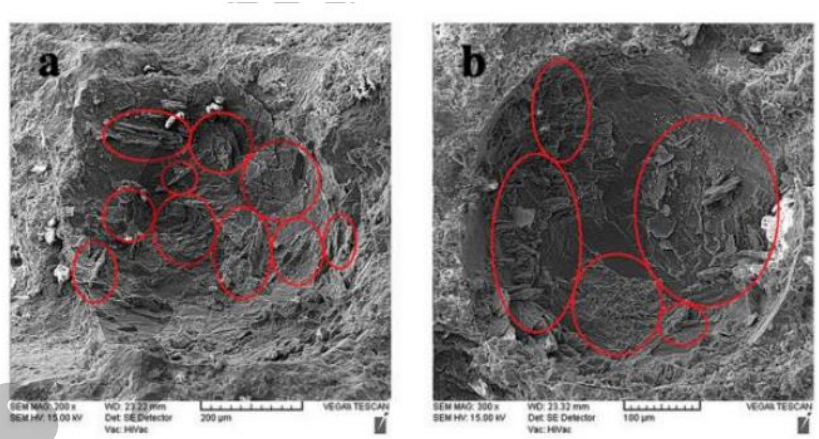
دکتر میر اعلمی

کلیسای جوبلی، رم، ایتالیا. در نمای این سازه از بتن با ترکیب نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم استفاده شده است:



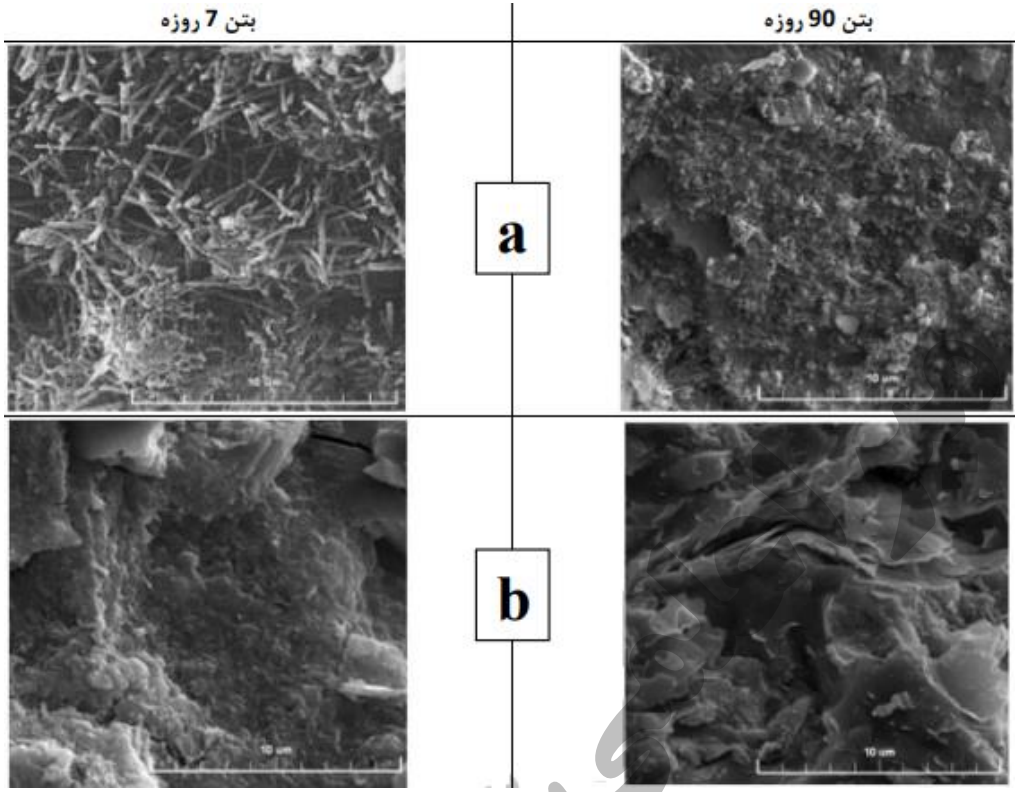
ترمیم ترک در بتن با نانو لوله های کربنی:



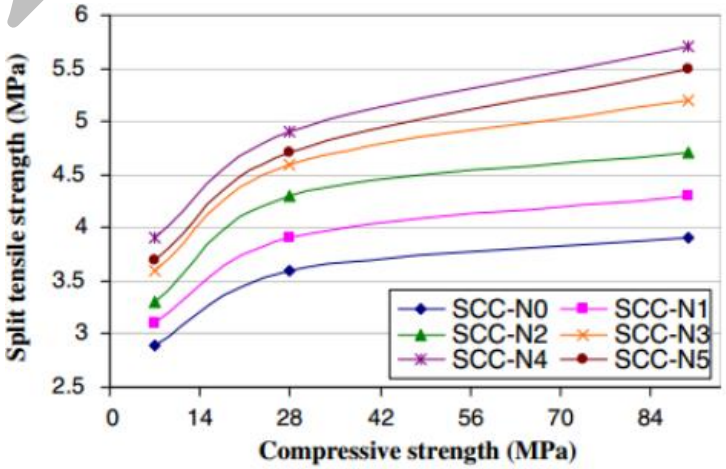


تجمع توده های نانو ذرات رس با میزان یک درصد وزنی و پرکنندگی حفره های بتن

واکنش هیدراتاسیون در بتن سنتی، بتن با عملکرد بالا و بتن با تکنولوژی نانو ذرات



با اضافه نمودن نانو ذرات اکسید تیتانیوم، ریز ساختار بتن بهبود یافته و حفره های داخلی بتن کوچکتر می گردد. این امر موجب بهبود خواص مکانیکی و دوام بتن می گردد.



❖ روکش های ضدخوردگی فولاد:

- ✓ ترکیبات نانویی توانسته اند با ایجاد خواص ضد خوردگی و دافع رطوبت، معضل استفاده از فولاد در محیط های ساحلی و رطوبت خیز را حل کرده و هزینه های تعمیر و نگهداری این سازه ها را که به علت خوردگی و زنگ زدگی تحمیل می شوند را کم کنند.
- ✓ شرکت Nanovations استرالیا پوشش های با نام تجاری NH 2015 در بازار عرضه کرده است که بدون مواد نفتی است و ضمن از بین بردن همه لکه ها و خوردگی ها، سطح را بسیار صیقلی کرده و از خوردگی و ایجاد لکه ها تا چندین سال جلوگیری می کند.
- ✓ شرکت Henkel آلمان توانسته است مواد نانو سرامیکی را جهت پوششدهی فلزات به خدمت بگیرد. این مواد که با نام تجاری Bonderite NT به بازار عرضه شده اند را می توان در دمای اتاق و به راحتی و بدون زیرسازی روی فلزاتی از جمله فولاد، روی و آلومینیوم به کار برد. استفاده از این پوشش موجب افزایش فوق العاده مقاومت در برابر خوردگی می شود.

دکتر میر اعلمی

❖ شیشه های خود تمیز شونده با پوشش نانویی:

- ✓ نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم، عضوی از خانواده بزرگ نانوذرات هستند که به سبب ایجاد خاصیت خود تمیزکنندگی برای سطوح، از ابتدای شکل گیری فناوری نانو مورد توجه ویژه واقع شده اند. از این نوع فوتوکاتالیست می توان برای ساخت شیشه ها و آجرهای خود تمیزکن در نمای ساختمان ها استفاده کرد.
- ✓ زمانیکه پوشش دی اکسید تیتانیوم بر روی شیشه ها در معرض تابش اشعه UV که بخش اعظم نور خورشید را تشکیل می دهد قرار می گیرد، آلودگی هایی مانند گرد و غبار و ذراتِ همراه باران را که به مرور زمان بر روی شیشه موجب آلوده شدن و عدم دید خوب می شود را تجزیه می کند.
- ✓ خاصیت دومی که این پوشش به شیشه می دهد، خاصیت آب دوستی است که به این ترتیب آلودگی های تجزیه شده نظیر هیدروکربن های آلی بر روی شیشه بر اثر بارش باران یا آبی که به صورت مصنوعی بر روی شیشه ریخته می شود به صورت ورقه ای پایین می آید.

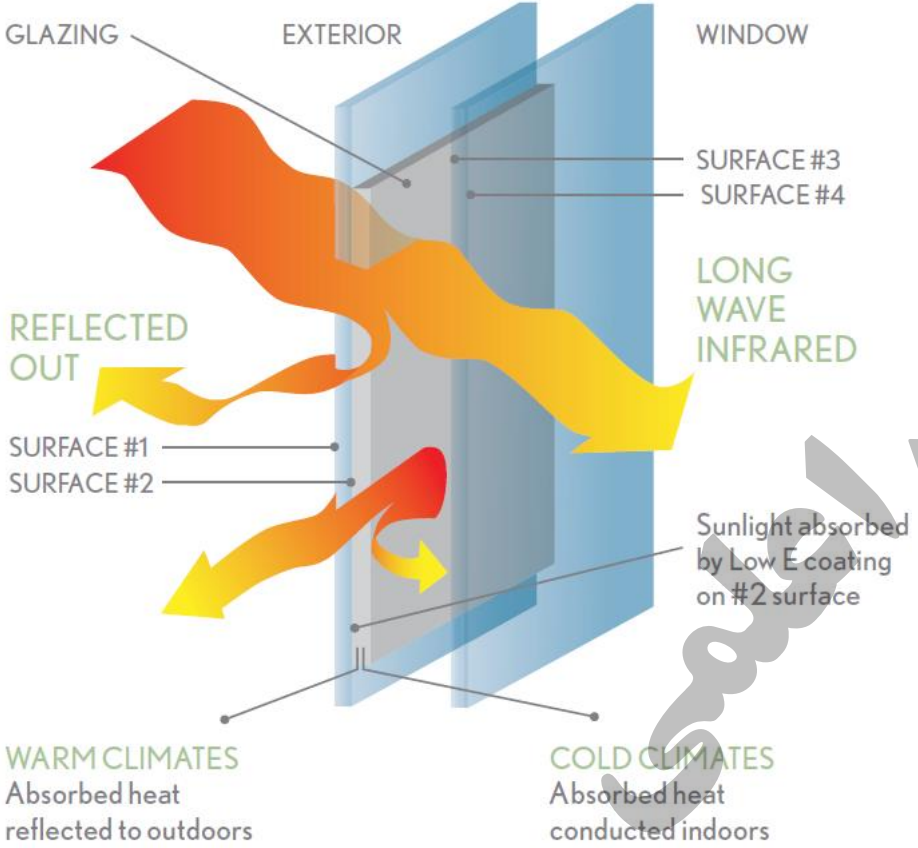
دکتر میر اعلمی

❖ **مزایای استفاده از نانو مواد برای ایجاد پوشش بر روی شیشه:**

- ✓ **پس زدن آب و روغن از روی شیشه**
- ✓ **عدم چسبیدن آلودگی و کثیفی بر روی شیشه**
- ✓ **پاک شدن گل و لای بوسیله آب باران**
- ✓ **عدم رسوب گرفتن شیشه**
- ✓ **ممانعت از خوردگی**
- ✓ **افزایش استحکام و مقاومت شیشه در برابر خش افتادگی**
- ✓ **جلوگیری از تشکیل اثر انگشت روی شیشه**
- ✓ **روشن تر و شفاف تر شدن شیشه تا ۲۰٪**
- ✓ **یکنواخت تر شدن سطح شیشه تا ۳۰٪**
- ✓ **افزایش دید از طریق شیشه در شرایط بد آب و هوایی**
- ✓ **تمیز باقی ماندن شیشه تا مدت زمان طولانی.**

دکتر میر اعلمی

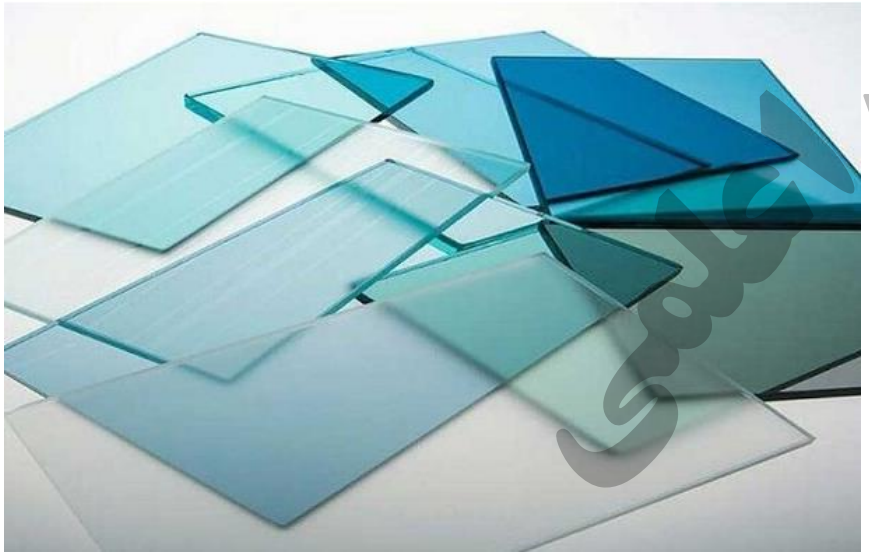
❖ **شیشه های کم گسیل با پوشش نانویی جهت کاهش مصرف انرژی:**



- ✓ **با استفاده از روکش های نانویی بر روی شیشه پنجره ها می توان آن ها را در خاصیت عایقی و کنترل تبادل حرارتی بهینه نمود و اصطلاحاً به آنها خاصیت کم گسیلی اضافه کرد که در اینصورت نقش آنها در کاهش مصرف انرژی غیرقابل انکار خواهد بود.**
- ✓ **در واقع پوشش نانویی در شیشه های Low-e اجازه عبور بخش مرئی طیف نور خورشید را می دهد اما امواج مادون قرمز و امواج مضر ماوراء بنفش را منعکس و فیلتر می کند.**
- ✓ **مزایایی از جمله آسایش حرارتی در زمستان و تابستان، کاهش هزینه سالانه انرژی، جلوگیری از ورود اشعه های مضر خورشید همراه با تامین روشنایی مناسب برای ساختمان و در نتیجه کاهش هزینه مورد نیاز برای روشنایی را در بر دارد.**

دکتر میر اسماعیلی

- ✓ **شرکت Hupper Optic از سنگاپور با استفاده از نانوذرات سرامیکی، برای کاربردهای مختلف، فیلم های پوشش دهی شیشه تهیه می کند. با استفاده از این فیلم ها روی شیشه ساختمان ها می توان در مصرف انرژی صرفه جویی کرد و از ورود اشعه مضر ماورا ءبنفش نیز جلوگیری کرد.**
- ✓ **شرکت انگلیسی the Vinyl Corporation با استفاده از نانوذرات سرامیکی ویندوفیلمی تولید می کند که مدعی است با عبور بیش از ۶۲ درصد نور، ۸۰ درصد گرما و ۹۹ درصد UV را دفع می کند.**



دکتر میرعلی

❖ **کاربرد فناوری نانو در راهسازی:**

✓ **افزودن نانو ذرات Airosil200 و Cloisite به آسفالت موجب افزایش مقاومت آسفالت و کاهش درصد فضای خالی آن می شود.**

✓ **استفاده از Nano-Clay در تثبیت خاک و کنترل گرد و غبار**

❖ **نگهداری آثار باستانی و میراث فرهنگی با پوشش های نانویی**

نانو پوشش های ابردافع آب و آلودگی و همچنین مقاوم به جوهر و رنگ جهت جلوگیری از نوشتن یادگاری و تخریب که موسوم به AntiGraffiti نیز هستند، ابنیه تاریخی و مهم و همچنین ساختمان های تجاری و اداری با نماهای گران قیمت را می توانند حفظ و حراست کنند.

دکتر میر اعلمی

❖ افزایش ماندگاری چوب با استفاده از فناوری نانو:

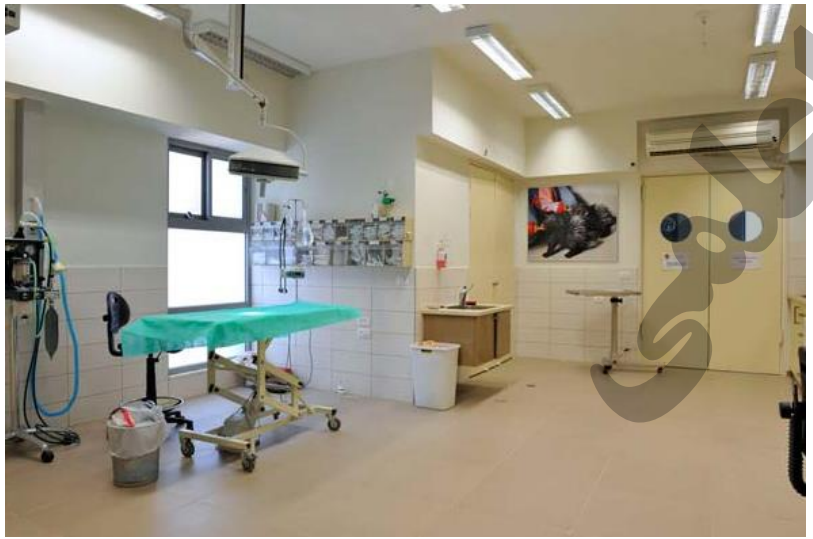
- ✓ با استفاده از فناوری نانو می توان خواصی مثل تمیزکنندگی، لکه بَری، ظاهر واضح و افزایش کیفیت و کارایی سطوح و کف های چوبی را در ساختما ن ها بوجود آورد.
- ✓ شرکت استرالیایی Kayuna پوشش های نانویی به نام Nano tec برای به کار گیری روی کف های چوبی به منظور مراقبت از چوب در برابر رطوبت، ترک و خراش تولید می کند.
- ✓ در شرکت Nanovations استرالیا پوشش هایی با نام تجاری Lignol برای محافظت چوب از جذب رطوبت و UV به بازار عرضه می کند. مزایای اصلی این پوشش دوام بالا، حفاظت استثنایی از ماوراء بنفش برای چوب، ظاهر شفاف، نفوذ بسیار عالی و دفع خوب آب است.
- ✓ شرکت کانادایی Mirage پوشش هایی با نام Nanolinx جهت پوشش نهایی کف چوبی تولید می کند. استفاده اصلی این پوشش در محیط های پر رفت و آمد است.

دکتر میراعلمی

❖ **کاشی و سرامیک با پوشش آنتی باکتریال، آنتی میکروبیال و خود تمیز شونده:**

ارائه ترکیبی ایده آل و کارآمد با خاصیت آنتی باکتریال با استفاده از مواد فوتوکاتالیست های نانویی که علاوه بر خواص میکروب زدایی از نظر اقتصادی قابل تولید و با صرفه باشد می تواند با به کار گیری در اماکن عمومی نظیر بیمارستانها از انتشار و بیماری زایی باکتری ها ممانعت به عمل آورد و به این ترتیب علاوه بر پیشگیری از شیوع بیماری در بین افراد در هزینه های درمان نیز صرفه جویی حاصل نماید.

ویژگی های این مواد که عموماً از نانو ذرات TiO_2 تشکیل شده اند به شرح زیر است:



- **آنتی باکتریال**
- **خود تمیزشوندگی**
- **تصفیه هوا**

❖ منابع:

- ✓ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی/www.bhrc.ac.ir
- ✓ مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ایران/ صرفه جویی در مصرف انرژی
- ✓ نشریه شماره ۶۱۲ نظام فنی و اجرایی کشور/آیین نامه طراحی و اجرای سازه های فولادی سرد نورد (بخش سازه)/ ۱۳۹۱
- ✓ نشریه شماره ۳۸۵ معاونت برنامه ریزی و نظام راهبردی کشور/دستورالعمل طراحی، ساخت و اجرای پانل های سه بعدی/ ۱۳۹۱
- ✓ Miralami, S. M., Hajati Ziabari, S., & Esfahani, M. R. (2022). The Effect of GGBFS with Steel and Carbon Fibers on the Mechanical Properties and Durability of Concrete. *AUT Journal of Civil Engineering*, *6*(2), 319-336.

دکتر مرعلی