

نخستین کنفرانس ملی

# به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان 1

National Conference on Knowledge-based Architecture and Urbanism



۳ اردیبهشت ماه ۱۳۹۶  
مرکز همایش های بین المللی  
دانشگاه علوم و تحقیقات  
دانشکده هنر و معماری

CONFUAKB.IR

گواهینامه  
پذیرش و ارائه مقاله



هولوگرام کنفرانس

این گواهینامه بدون مهر و هولوگرام کنفرانس اعتبار ندارد.

طبق مجوز شورای پژوهشی واحد به شماره ۸/۲۹/۳۶۶۵۶/د و طبق مجوز پایگاه نمایه سازی استنادی جهان اسلام ISC (وزارت علوم و فناوری) به شماره ۹۶۱۷۰۱۱۱۰۱ و نایبیده سازمان مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی به شماره ۹۵/ص۷۰/۷۴۳۲۰

بدین وسیله گواهی می شود مقاله با عنوان:

بیره تیری از عصانج نوین به عنوان جایگزینی برای راهکارهای اقلیمی معماری سنتی در شهر یزد  
با نویسندگی:

فرشته اسلامی، ثریا ماهری، جعفر شاهری

با توجه به نظر کمیته داوری نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان که توسط دانشکده هنر و معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و دانشکده هنر دانشگاه ادینبرو انگلستان در تاریخ ۳ اردیبهشت ماه ۱۳۹۶ در مرکز همایش های بین المللی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران برگزار شد، با حضور ایشان به صورت سخنرانی ارائه گردید. این مقاله در کنفرانس ملی، CIVILICA و ISC نمایه خواهد شد. توفیق روز افزون شما را در عرصه های علمی و اجرایی کشور عزیزمان ایران آرزومندیم.

دکتر محمد نفی زاده  
رئیس شورای سیاستگذاری



دکتر فرج حبیب  
دبیر علمی



۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

بهره گیری از مصالح نوین به عنوان جایگزینی برای راهکارهای اقلیمی معماری

## سنتی در شهر یزد

فرشته اسلامی<sup>۱</sup>، ثریا طاهری<sup>۲\*</sup>، جعفر طاهری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه فردوسی مشهد  
fereshteh.eslami@stu.um.ac.ir

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه فردوسی مشهد  
sorayya.taheeri@stu.um.ac.ir (نویسنده مسئول)

<sup>۳</sup> استادیار، دانشکده معماری و شهرسازی و هنر اسلامی دانشگاه فردوسی مشهد  
j.taheeri@um.ac.ir

## چکیده

شهر یزد واقع در فلات مرکزی ایران با شرایط آب و هوایی گرم و خشکی است که دارای زمستانهای سخت و سرد و تابستان های گرم و خشک می باشد. در گذشته ساکنین این مناطق با راهکارهای اقلیمی مناسب، شرایط زیست مطلوب را فراهم می نمودند. از جمله این راهکارها می توان به حاکم بودن نظام کوچ افقی و عمودی طی فصول مختلف سال و طی یک شبانه روز، حیاط مرکزی، بادگیر، گنبد و ... اشاره نمود. اما امروزه با توجه به افزایش جمعیت، محدودیت های زمین و مسائل اقتصادی، استفاده از راهکارهای سنتی ممکن و مقرون بصره نیست، از طرفی وجود بحران انرژی و محدودیت سوخت های فسیلی ما را بر آن می دارد که به دنبال راهکار نوینی در تامین و نگهداشت انرژی باشیم. هدف از انجام این تحقیق ارائه راهکارهای نوین متناسب با اقلیم گرم و خشک است که بتواند جایگزینی برای راهکارهای سنتی این اقلیم بوده و شرایط زیست مطلوب انسان را فراهم کند. روش پژوهش توصیفی تحلیلی و از حیث نوع تحقیق کاربردی است. روش انجام تحقیق شامل بررسی اطلاعات اقلیمی و راهکارهای سنتی و نوین معماری بوده که این راهکارها در دو بخش عمده کنترل تشعشع های تابشی و کاهش تولید گرما دسته بندی شده اند.

## کلمات کلیدی

اقلیم یزد، راهکارهای سنتی، مصالح نانو، مصالح هوشمند

## ۱- مقدمه

تابستان و چه در زمستان برطرف نموده است. بهره گیری از تمهیدات مورد استفاده در بناهای گذشته می تواند راهکار مفیدی در طراحی بناهای امروز گردند. اما استفاده از تجربیات آنها، به معنای تقلید و تکرارشان با همان شکل و مصالح نیست، بلکه باید الگو و فرایند طراحی اقلیمی در هر منطقه مورد بررسی و با استفاده از دانش و امکانات موجود به روز شوند. شهر یزد واقع در فلات مرکزی ایران با شرایط آب و هوایی گرم و خشکی است که دارای زمستانهای سخت و سرد و تابستان های گرم و خشک می باشد. در گذشته ساکنین این مناطق با راهکارهای اقلیمی مناسب، شرایط زیست مطلوب را فراهم می نمودند.

ایجاد فضاهای سالم و راحت برای کار و زندگی انسان یکی از اهداف عمده و شناخته شده معماری است. موقعیت و وضعیت خاص جغرافیایی ایران شرایط آب و هوایی کاملاً متفاوتی را در نقاط مختلف این کشور پهنآور به وجود آورده است. طبیعی ست که این تنوع آب و هوایی لزوم پیش بینی شکل خاصی از محیط های انسان ساز را برای هریک از مناطق مختلف اقلیمی ضروری می سازد.

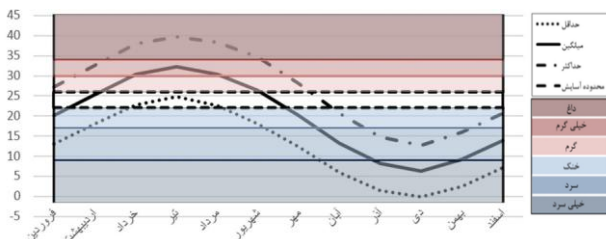
مطالعه معماری سنتی ایران نشان می دهد که بشر بدون استفاده از سوخت های فسیلی ارزان تنها با دانش معماری و استفاده حداکثر پتانسیل های اقلیمی نیازهای حرارتی سکونتگاه های خود را چه در

# نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان

## ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

### ۲-۱-۲- مشخصات اقلیمی

**دما:** در تجزیه و تحلیل داده های آماری مربوط به دما در شهر یزد پارامترهای متوسط حداکثر دما، متوسط حداقل دما، میانگین ماهانه و سالانه، مورد بررسی قرار گرفته است. در این شهر میانگین بیشینه دما مربوط به تیرماه، ۳۹.۷ درجه سانتی گراد و میانگین کمینه دما در دی ماه، ۰.۰۲- درجه سانتی گراد می باشد [۱].



شکل (۱): میانگین، حداقل و حداکثر دمای روزانه هوا و محدوده های حرارتی (نگارندگان)

**رطوبت:** بیشینه میانگین رطوبت نسبی در شهر یزد مربوط به آذر ماه با ۵۲.۳۶ درصد و کمینه میانگین آن مربوط به مرداد ماه با ۱۳.۴۵ درصد است [۱].

**باد:** در طراحی واحدهای مسکونی در این شهر، توجه به جهت وزش و حرکت بادهای غالب و بادهای نامطلوب ( بادهای سرد زمستانی یا باد های همراه با گرد و غبار در فصول گرم) بسیار حائز اهمیت است. در شهر یزد اوج ماه های همراه با گرد و غبار در اردیبهشت ماه تا ۱۰ روز در ماه می باشد.

بررسی گلباد های سطح زمین در منطقه نشان می دهد که وزش باد های غالب در ماه های آذر و دی، از جنوب شرق بوده و سرعت آن به بیش از ۱۶ نات می رسد. بیشترین درصد باد آرام در فصل پاییز (آبان با ۵۸ درصد) بوده و جهت باد های غالب، شمال غرب، غرب و جنوب شرق است. جهت باد های غالب در فصول بهار (با سرعت ۲۷ نات)، تابستان و زمستان (با سرعت ۲۱ نات)، شمال غرب و غرب بوده و از دی تا بهمن از مقدار باد آرام کاسته می شود.

وزش باد های شدید و طوفان های ماسه در منطقه یزد در ماه های اسفند تا خرداد (در ابتدای دوره گرم سال و انتقال فصل از اسفند به بعد) به شکل حاد تری در می آید. ۶۰ درصد از باد های شدید و همراه با گرد و غبار در ماه های اردیبهشت و فروردین رخ می دهد و همچنین طوفان هایی که دید افقی را به صفر کاهش داده و نیز شدید ترین طوفان ها در ماه اردیبهشت اتفاق می افتد. در جدول زیر چکیده ای از اطلاعات اقلیمی شهر یزد ذکر شده است:

از جمله این راهکارها می توان به حاکم بودن نظام کوچ افقی و عمودی طی فصول مختلف سال و طی یک شبانه روز، حیاط مرکزی، بادگیر، گنبد و ... اشاره نمود امروزه به دلیل استفاده بیش از حد از انرژی های تجدید ناپذیر در بخش ساختمان و همچنین محدودیت زمین و مسائل اقتصادی در شهرهای امروزی در مقایسه با بافت قدیم شهری دیگر نمی توان از راهکارهای اقلیمی سنتی ( مانند: حیاط مرکزی، بادگیر، تابستان و زمستان نشین ) استفاده نمود. بهره گیری از مصالح نوینی که قابلیت تغییر در شرایط مختلف آب و هوایی را دارند می تواند راهکاری مناسب باشد تا ضمن کاهش مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست به ساختمان هایی متناسب با اقلیم و حداقل مصرف انرژی دست یابیم.

در این نوشتار، ابتدا ضمن جمع آوری داده های اقلیمی (دما، باد، رطوبت و ...) شهر یزد و تحلیل اطلاعات آن به این نکته دست یافتیم که مهمترین مساله در اقلیم یزد کنترل تشعشع های خورشیدی و کاهش گرمای تولیدی می باشد و معماری سنتی این شهر بر این اساس شکل گرفته است. بنابراین پس از مرور راهکارهای سنتی به معرفی مصالح نوین جایگزین آن خواهیم پرداخت.

### ۲- اطلاعات اقلیمی

آب و هوای هر منطقه تحت تأثیر موقعیت جغرافیایی آن منطقه است. بدین صورت که با توجه به گردش عمومی جو و فصول سال، سیستم های مختلفی وارد منطقه شده و اقلیم آن راتحت تأثیر قرار می دهند. در این بخش ابتدا ضمن معرفی مشخصات جغرافیایی شهر یزد، به بررسی داده های اقلیمی این شهر شامل دما (متوسط دما، حداکثر و حداقل دمای ماهانه)، باد (جهت وزش باد غالب و باد نامطلوب، سرعت وزش باد غالب، تعداد روزهای طوفانی) و رطوبت نسبی در طی یک دوره ده ساله (۲۰۰۳-۲۰۱۴) پرداخته و سپس داده های آماری و نمودارهای مربوط به آن ها را ترسیم و تحلیل خواهیم کرد.

### ۲-۱- بررسی مشخصات شهرستان یزد

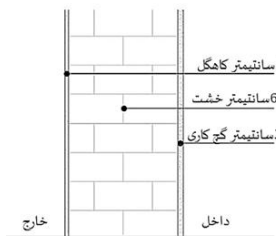
#### ۲-۱-۱- مشخصات جغرافیایی

وسعت این شهر حدود ۹۹.۵ کیلومترمربع و در مرکز استان یزد در مسیر راه اصفهان - کرمان واقع شده است. این شهر از شمال به صدوق، از جنوب به مهریز، از جنوب غرب به تفت و از شرق به بافق منتهی می گردد. ارتفاع این شهر به طور متوسط از سطح دریا ۱۲۱۵ متر است. شهرستان یزد دارای طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۴ دقیقه می باشد [۱].

## ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

در ورودی، ارتباط فضای زیست داخل با فضای خارج تا حد امکان قطع شده و یک اقلیم کوچک و مناسب برای آسایش انسان در اقلیم گرم و خشک منطقه احداث شده است [۴].

**دیوارها:** آنچه که در اقلیم گرم و خشک در رابطه با دیوارها حائز اهمیت است، این است که جداره ها باید مانع ورود گرما به داخل شده و از پرت برودت ایجاد شده به خارج ساختمان جلوگیری به عمل آورند. بمنظور دستیابی به این شرایط جداره ها علاوه بر اینکه باید با ضخامت زیاد در نظر گرفته شوند، می بایست خازن حرارتی نیز باشند تا باعث پایداری شرایط حرارتی گردند، این بدان معنی است که مقدار قابل توجهی از گرمای ذخیره شده در خود را با تاخیر زمانی به داخل ساختمان منتقل کند [۳].



شکل (۳): جزئیات دیوار خشتی ابنیه سنتی اقلیم گرم و خشک [۲].

**بادگیر:** بادگیرها در حقیقت به عنوان برج های تهویه طبیعی هوا و ابزاری مکمل جهت خنک سازی فضای داخلی بنا بوده اند. بادگیرها اندام هایی هستند؛ جهت انتقال باد مناسب به فضای داخل، جابه جایی و تهویه هوای داخلی. بادگیر با هدایت باد مناسب به فضای زیر آن و گردش هوا به داخل حیاط و فضاهای دیگر، باعث خنکی هوای داخل می شود. بادگیرها بر حسب ارتفاع و جهت باد مناسب طراحی شده اند. این عنصر باد مطلوب را گرفته و آن را به داخل اتاق های اصلی ساختمان، آب انبار و یا سرداب هدایت می کند [۵]. بادگیرها می توانند در مواقعی که باد جریان نداشته و هوای گرم داخل خانه گرم شده و به تبادل هوا در فضا کمک شایان توجهی نمایند [۶].

**پایین تر قرار گرفتن بنا از سطح زمین:** ساختمان هایی که بر روی سطح زمین ساخته می شوند در معرض شرایط آب و هوایی از جمله نوسانات دما، تغییرات دائم میزان رطوبت، انقباض و انبساط ناشی از تابش مستقیم نور خورشید، نزولات جوی و بادهای شدید قرار دارند [۴].

**ابعاد و تناسبات فضاهای بسته:** در این اقلیم باید فضاهای تابستانی، بزرگ و دارای سقف های بلند بوده تا هوای گرم آنها دیرتر گرم شود، در حالی که فضاهای زمستانی، کوچک با سقف های کوتاه سریعتر گرم می شوند [۷].

**کاهش بازشوها:** کاهش تعداد و مساحت بازشوها و در سایه قرار دادن آنها با عمق مناسب سایبان (۸۵ سانتی متر) از جمله راهکارهای سنتی

جدول ۱: اطلاعات اقلیمی شهر یزد [۱]

اطلاعات اقلیمی یزد	میانگین بیشینه دما	۳۹/۷
	میانگین کمینه دما	-۰/۰۲
	بیشینه میانگین رطوبت نسبی	۵۲/۳۶
	کمینه میانگین رطوبت نسبی	۱۳/۴۵
	میانگین بیشینه سرعت باد (برحسب نات)	۶/۳۲
	میانگین کمینه سرعت باد (برحسب نات)	۴/۲۲

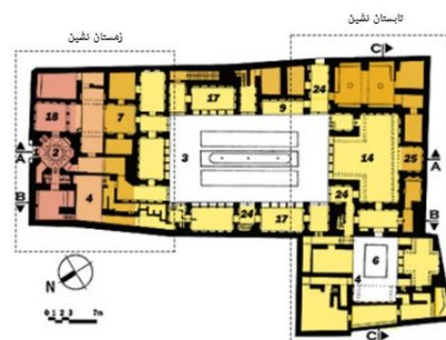
### ۳- راهکارهای طراحی در اقلیم گرم و خشک

عمده ترین اهداف طراحی اقلیمی در مناطق گرم و خشک شامل ۱. کاهش تولید گرما، ۲. کاهش تشعشع های تابشی و جلوگیری از به هدر رفتن انرژی، ۳. کاهش انرژی انتقالی و ۴. بالا بردن تبخیر سطحی می باشد [۲]. در این نوشتار بررسی راهکارهای اقلیمی در شهر یزد، بر مبنای کاهش تولید گرما و کنترل تشعشع های تابشی در دو بخش راهکارهای سنتی و مصالح نوین انجام گرفته است.

#### ۳-۱- راهکارهای سنتی طراحی اقلیمی

##### ۳-۱-۱- کاهش تولید گرما

لایه بندی حرارتی اتاق ها : ساختمان می تواند دو یا چند لایه باشد، که لایه رو به جنوب برای استفاده در فصل های مختلف، به ویژه مواقع سرد و لایه رو به شمال برای استفاده در مواقع گرم اختصاص یابد. لایه های میانی به دلیل محصور بودن، در مواقع سرد دارای دمای بیشتر و در مواقع گرم، خنک تر از سایر فضاها هستند [۳].



شکل (۲): لایه بندی حرارتی در خانه مهربان گودرز یزد (نگارندگان)

**حیاط مرکزی:** ایجاد یک حیاط مرکزی در وسط ساختمان و تعبیه حوض آب و احداث باغچه، باعث افزایش رطوبت در فضای زیستی شده و دیوارهای خشتی و آجری ای که به لحاظ تحمل بار سنگین طاق های قوسی و گنبدی، با ضخامت نسبتاً زیاد ساخته می شوند، مانند یک خازن حرارتی، نوسان درجه حرارت در طی شبانه روز را کاهش می دهند. و بالاخره، با قرار دادن کلیه بازشوها رو به فضای نسبتاً مرطوب و معتدل حیاط و مسدود نمودن جداره خارجی ساختمان، بجز

## ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

گرمای محیط بیرون بنا با مدت زمان تاخیری بیشتری از بدنه دیوار عبور کرده و به فضای داخلی راه یابد [۱۲].

**پوشش بام:** بام های گنبدی به علت برجستگی که دارند، همواره در معرض وزش نسیم قرار می گیرند که این در کم کردن گرمایی که از بام در اثر تابش شدید آفتاب می گیرد موثر است، هنگام شب نیز گرمایی که بام پس می دهد، سریع تر برطرف می شود. [۱۳].

### ۳-۲- راهکارهای نوین طراحی اقلیمی

همانطور که در مطالب بالا ذکر شد به دلیل محدودیت زمین و صرفه جویی در مصرف انرژی دیگر نمیتوان از راهکارهای سنتی در طراحی خانه های امروزی شهر یزد استفاده نمود بدین منظور مصالح نوینی را معرفی خواهیم نمود که می تواند جایگزین مناسبی برای راهکارهای قدیمی در شرایط کنونی باشد.

مصالحی را که در ذیل به توضیح آنها می پردازیم، مصالح و مواد خامی هستند که دارای پتانسیل های خاص و کاربردی در زمینه معماری و ساخت و ساز می باشند که می توانند خود را با محیط وفق داده و نسبت به شرایط محیطی بهترین واکنش را میدهند. در این تحقیق مصالح را در دو دسته مصالح نانو و هوشمند مورد بررسی قرار خواهیم داد.

نانو متریکال ها مصالحی هستند که از موادی با مقیاس نانو (یک میلیارد) ساخته می شوند و نقاط اشتراک زیادی با مصالح هوشمند دارند [۱۴]. مصالح هوشمند نیز قابلیت تغییرپذیری داشته و قادرند شکل، فرم، رنگ و انرژی درونی خود را به طرز برگشت پذیر در پاسخ به تاثیرات فیزیکی و یا شیمیایی محیط اطراف تغییر دهند. مصالح هوشمند تحت عنوان مصالح "انعطاف پذیر" و "تطبیق پذیر" نیز شناخته می شوند و این به دلیل ویژگی خاص آنها در تنظیم نمودن خود با شرایط، محیطی می باشد [۱۵]. متغیرهای تاثیرگذار شیمیایی و فیزیکی که در زیر معرفی شده اند، محرک هایی هستند که مصالح هوشمند در برابر آنها از خود عکس العمل نشان می دهند [۱۶].

نور، اشعه: UV بخش فرابنفش و مرئی اشعه الکترومغناطیسی. دما: تغییرات دمایی که یک سیستم فیزیکی مثل بدن انسان ایجاد می نماید.

علت عمده توجه ما به مصالح نانو و هوشمند به دلیل ویژگی های منحصر بفرد این مواد می باشد که می تواند جایگزین بسیار خوبی برای راهکارهای سنتی طراحی اقلیمی باشد. در ادامه به معرفی مصالحی که در هر یک از گروه های ذکر شده جای می گیرد، می پردازیم.

### ۳-۲-۱- کاهش تولید گرما

نانو

مورد استفاده جهت کاهش تولید گرمای حاصل از محیط در این مناطق بوده است.

**گنبد:** در بام های گنبدی یا استوانه ای چون شدت تابش آفتاب بر تمام رویه بام یکسان نیست، همیشه قسمت سایه دار گرمای کمتری نسبت به قسمت دارای نور و رو به آفتاب دریافت می کند و این در کاهش درجه حرارت زیر گنبد تاثیر دارد به خصوص که اگر گنبد دارای سایه نیز باشد [۸].

### ۳-۱-۲- کاهش تشعشع های تابشی و جلوگیری از به

#### هدر رفتن انرژی فضاهای نیمه باز

فضاهای نیمه باز مستقل معمولا دارای ابعاد و تناسباتی نظیر فضاهای بسته هستند و برای مقاصد مشابه مورد استفاده قرار می گیرند، اما پیش فضاهای نیمه باز علاوه بر نقش واسطه ای خود، نقش سایبان افقی را نیز برای پنجره و دیوارهای پشت خود ایفا می نماید. [۹].

**بافت شهری متراکم:** بافت های شهری در مناطق خشک کاملا منطبق بر اقلیم و شرایط محیط آن ها بوده و معمولا جهت حفاظت بافت های شهری متراکم و به هم فشرده بوده و از ورود بادهای نامطلوب و تابش مستقیم خورشیدی جلوگیری می کنند. وجود دیوارهای بلند در کنار معابر که بعضا مسقف نیز می باشند با ایجاد سایه و حفاظت معبر در مقابل بادهای گرم و سوزان تاثیر به سزایی در تعدیل شرایط اقلیمی داشته اند [۶].

**پنجره ها:** پنجره های ساختمان تاثیر فراوانی در تغییر دمای هوای قضاای داخلی آن دارد. با طراحی صحیح پنجره ها می توان شرایط حرارتی قضاای داخلی را در جهت انطباق با نیازهای حرارتی ساکنان آن کنترل نمود. به منظور دسنیابی به اهداف عمده طراحی اقلیمی در اقلیم گرم و خشک، باید اندازه پنجره ها کوچک و تعداد آن ها کم باشد. مناسب ترین اندازه برای پنجره های ساختمان های مسکونی در این اقلیم حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد مساحت نمای مربوط است [۱۰].

**سطوح و نما:** از مصالح روشن به منظور انعکاس هر چه بیشتر تابش خورشید و کاهش جذب حرارت ناشی از آفتاب و از مصالحی که دارای مقاومت و ظرفیت حرارتی بالا هستند، برای تعدیل انتقال حرارت از سطح خارجی به سطح داخل بهره گرفته شده است. [۹].

عمده مصالح استفاده شده در بناهای این اقلیم خشت می باشد. در این مناطق هیچ نوع مصالح دیگری زیر اشعه سوزان آفتاب و در گرمای تیر و مرداد ماه به خوبی خشت و گل در برابر گرما مقاوم نیستند. در فصل سرما نیز با اندک حرارتی اتاق ها گرم می شوند [۱۱]. اصولا خشت و گل و خاک دارای ظرفیت حرارتی بالاست که باعث می شود



## ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

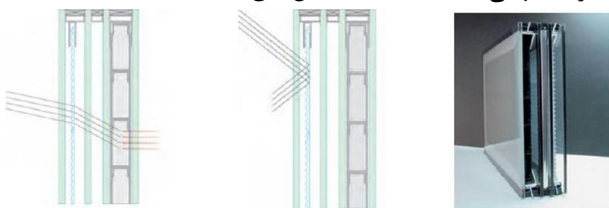
چشمگیری از هزینه های گرمایش و سرمایش ساختمان را می کاهند [۱۹].

پانل های عایق خلا: پانل های عایق خلا (vip) با امکان ایجاد لایه عایقی نازک تر از عایق های معمولی، برای کاربرد ساختمانی بسیار مناسب بوده و از ضخامت عایق و به تبع آن، ضخامت جداره ها به نحو چشمگیری می کاهند. در مقایسه با مصالح عایقکاری سنتی (مانند پلی استایرن)، هدایت حرارتی این پانل ها بیش از ده برابر کمتر است که به این معناست که می توان به کمک این مواد، ضخامت مشابه عایق سنتی، مقاومت حرارتی به مراتب بیشتری را پدید آورد [۱۹].

### هوشمند

مصالح هوشمند ذخیره کننده انرژی: این مصالح و فرآورده ها قادرند انرژی را چه به صورت نمایان و چه نهانی در خود ذخیره نمایند، مثلاً به شکل نور، گرما، هیدروژن یا الکتريسته. قابل ذکر است که این مصالح قابلیت برگشت پذیری نیز دارند. بنابراین این مصالح قادر به ذخیره انرژی به صورت های مختلفی می باشند. اما در این بین مصالح هوشمند ذخیره کننده حرارت (گرما) بیشتر مورد توجه بوده اند این مصالح نوعی ویژگی ذاتی دارند که آنها را قادر می سازد که انرژی را بصورت گرما و یا سرما معکوس گرما (بصورت انرژی نهانی در خود ذخیره این کنند [۱۵]. مصالح در معماری دارای کاربرد و مورد توجه بسیار هستند.

پرکاربردترین آنها که با عنوان مصالح تغییر حالت دهنده (Phase Changing Material) با نام اختصاری PCM مشهور است، به آن دسته از مصالح و فرآورده هایی اطلاق می شود که می توانند به عنوان واسطه تنظیم دما عمل کنند مثلاً به عنوان عنصر واسطه ذخیره سرما یا گرمای نهانی تنظیمات دمای داخل اتاق [۱۶].



شکل (۴): مقطع پنجره با عایق هیدرات نمک، تابستان و زمستان [۱۶].  
شیشه های ترموکرومیک: با استفاده از پوشش هایی از مصالح ترموکرومیک می توان نوعی شیشه هوشمند ساخت که بدون مسدود کردن نور، از عبور گرما جلوگیری می کند. این پوشش ساخته شده از مشتقات دی اکسید وانادیم، در هر دمایی طول موج های مرئی نور را از خود عبور می دهد اما در دمای بالاتر از ۲۹ درجه سانتی گراد نور مادون قرمز را منعکس می کند. توانایی پوشش برای تغییر وضعیت بین جذب و انعکاس نور به معنی استفاده از مزایای گرمایش خورشید

کاشی و سرامیک های تغییر رنگ دهنده برای جلوگیری از هدر رفتن انرژی: دانشجویان دانشگاه MIT، کاشی هایی را ابداع کرده اند که بر مبنای تغییر دما، تغییر رنگ می دهد؛ یعنی به هنگام گرم شدن، سفید شده و بخش اعظم گرمای خورشید را منعکس می کنند و موقع سرد شدن نیز سیاه شده و گرما را جذب می کنند [۱۷].

نانو عایق ها: مبنای مواد عایق، بر دارا بودن تعداد زیادی از حفرات است که تا حد امکان بتوانند هوا را در میان خود نگه دارند. مواد عایق، از خاصیت رسانش پایین هوا استفاده کرده و جلوی جریان آزاد هوا را می گیرند. بنابراین چگالی این مواد از اهمیت بالایی برخوردار است. هر چه چگالی کمتر باشد، هوای بیشتری درون ماده محدود شده و در نتیجه خاصیت عایق بندی آن افزایش می یابد. توانایی عایق بندی یک ماده مشخص همانند پشم شیشه را می توان با ضخیم کردن لایه عایق افزایش داد. [۱۷].

عایق حرارتی نانویی به صورت رنگ: عایق حرارتی نانو، ماده جدیدی از فناوری نانو می باشد که محافظ و عایق حرارتی مناسبی در مقابل هر سه نوع انتقال گرما شامل تابش، رسانش و همرفتی است. خصوصیت ویژه این محصول، مایع بودن آن است که امکان استفاده از آن را بر روی سطوح فلزی و غیر فلزی توسط پیستوله، برس و رول های نقاشی فراهم می کند و با صرف هزینه نسبتاً کمی، می توان حتی از آن در ساختمان های در دست بهره برداری نیز استفاده نمود و هیچگونه تغییر ظاهری نیز در ترکیب ساختمان ایجاد نمی کند [۱۸].

در اقلیم یزد به دلیل اختلاف دمای بسیار زیاد شب و روز و گرمای شدید در طول روز نیاز به مصالحی خواهیم داشت که در برابر انتقال حرارت مقاومت نماید. در گذشته از طریق افزایش ضخامت دیوار ها به این نیاز پاسخ داده می شد اما اکنون به دلیل کمبود مصالح و صرفه جویی دیگر نمیتوان دیوارهایی با ضخامت زیاد مورد استفاده قرار داد. بدین منظور می توان نانو پوشش ها و انواع نانو عایق هارا جایگزینی برای ضخامت بسیار زیاد دیوار ها در گذشته مناسب دانست که با ضخامتی بسار کم همان کارایی را دارند.

عایق حرارتی آئروژل و نانوزل: یکی از محصولات مناسب در زمینه عایق کاری ساختمان آئروژل است. پیشرفت ها در زمینه توسعه آئروژل، منجر به تولید ماده ای موسوم به نانوزل شد. ابعاد در حد نانوی ریز منفذهای نانوزل، نقشی حیاتی در فوم دارند. نانوزل ها که تخلخلی حدود ۹۹ درصد دارند، علاوه بر قابلیت نورگذرانی و نیمه شفاف بودن، باربر نیز بوده و برای استفاده در عایق های نیمه شفاف ساختمانی مناسب هستند. با استفاده از این مواد، اثری موسوم به دیوار سرد که در نواحی گرمسیری استفاده می شود، از نفوذ گرمای فضای بیرون به درون ساختمان پیشگیری می کند. بنابراین آئروژل ها به طرز

## ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

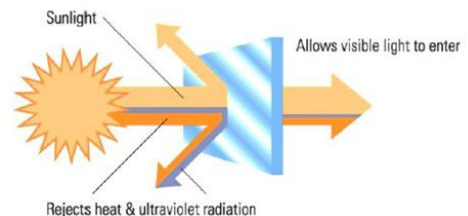
– پنجره‌های هوشمند نانوسیمی پلی‌آنیلین: زمانی که تابش نور خورشید شدید است، این پنجره‌ها نور را جذب کرده و در خود ذخیره می‌کنند، زمانی که ظرفیت این پنجره‌ها تکمیل شد، شیشه‌ها تاریک شده و عبور نور را محدود می‌کند. با این کار مقدار نور ورودی به خانه و دمای آن تحت کنترل در می‌آید [۲۱].

### ۴ – نتیجه گیری

همانطور که گفته شد شهر یزد دارای شرایط آب و هوایی گرم و خشک است ( زمستان های سخت و سرد و تابستان های گرم و خشک ). کمی بارندگی ، اختلاف زیاد درجه حرارت هوای تابستان و زمستان همچنین اختلاف زیاد درجه حرارت هوای شب و روز در تابستان از دیگر مشخصات این اقلیم است. با توجه به این ویژگی ها آنچه در این اقلیم حائز اهمیت می باشد فراهم نمودن شرایط آسایش به وسیله کاهش دمای هوا و کنترل تابش خورشید از بدنه ساختمان است. به منظور دستیابی به اهداف عمده طراحی اقلیمی در اقلیم گرم و خشک، باید اندازه پنجره ها کوچک و تعداد آن ها کم باشد. مناسب ترین اندازه برای پنجره های ساختمان های مسکونی در این اقلیم حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد مساحت نمای مربوط است حال آنکه در شرایط کنونی بسیاری از افراد و ساکنین منازل خواستار استفاده حداکثری از نور و دید به مناظر بیرون هستند که می توان با استفاده از شیشه های هوشمند علاوه بر استفاده از نور طبیعی مانع انتقال گرما به داخل بنا شد و هم دید به بیرون از بنا با حفظ حریمت امکان پذیر شود. در گذشته جهت پاسخگویی به این نیاز ضخامت دیوارها افزایش و ابعاد پنجره ها کاهش داده می شد . همچنین فضاها به دو بخش تابستان نشین و زمستان نشین با لایه بندی حرارتی تقسیم می شدند . اما در شرایط کنونی به دلیل محدودیت زمین و شرایط اقتصادی دیگر نمی توان از این گونه راهکارها استفاده نمود. بدین منظور مصالح نوینی را باید معرفی نمود که با انواع دماها ، جریان های هوا و دیگر شرایط اقلیمی ، زمین شناسی و... هوشمندانه خود را وفق دهند تا در صورت مواجهه با تغییر هر عامل موثر بر شرایط زندگی انسان ، در رسیدن به محدوده آسایش او ، در محیط سازگار شوند. در جدول زیر به اختصار مصالح نوینی را پیشنهاد می دهیم که می تواند جایگزین مناسب برای راهکارهای سنتی در این اقلیم باشد.

در شرایط زمستانی و انعکاس در دماهای بالاتر و جلوگیری از گداختگی فضاهاست. ضمن آن که در هر دو حالت نور مرئی مطلوب جهت روشنایی فضا وجود دارد [۲۰].

– پنجره های هوشمند نانوبلوری: این نوع شیشه ها میزان حرارت وارد شده به اتاق و همچنین نور محیط را تنظیم می کند. ساخت نوعی پوشش که شامل لایه نازکی از نانوبلورها با قابلیت انتقال نور مرئی و رد نور نزدیک مادون قرمز است می تواند گام مهمی در این رابطه به حساب آید. این نوع از پنجره ها با حفظ شرایط آب و هوایی داخل، در روزهای داغ و سوزان تابستان، مانع ورود نور خورشید به داخل شده و در زمستان با تبدیل به حالت شفاف، اجازه عبور به نور خورشید را داده و انرژی گرمایی را ذخیره می کند [۲۱].



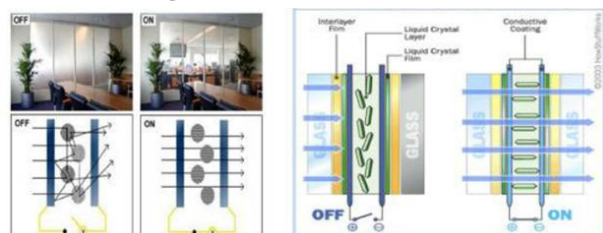
شکل (۵): عدم اجازه ورود نور ماوراء بنفش و مادون قرمز به درون ساختمان در یک روز گرم [۲۱].

### ۳-۲-۲- کاهش تشعشع های تابشی و جلوگیری از

#### به هدر رفتن انرژی

– شیشه های فتوکرومیک: شیشه های فتوکرومیک با قرار گرفتن در معرض تابش، میزان انتقال نور مرئی از آن به شدت افت می کند و در صورت قطع تابش، میزان انتقال نور به حالت اولیه بازمی گردد [۱۶].

– شیشه های الکتروکرومیک: در این سیستم (EC) واحد شیشه با استفاده از فیلم های شفاف با ضخامت ۲۰۰ یا ۳۰۰ نانومتر با شدت های رنگی متفاوتی در طیف مرئی از شفاف تا آبی تیره تغییر می کند. واحد شیشه برای تغییر میزان شفافیت مطلوب با توجه به مقادیر مختلف انتقال حرارتی به جریان برق متصل می شود. پس از قطع جریان، تغییر حالت نوری حفظ می شود و نیازی به جریان مداوم برق نیست. وقتی که رنگ شیشه تیره می شود تابش حرارتی کاهش یافته و بیشتر اشعه عبوری در طیف مادون قرمز فیلتر می شود [۲۰].



شکل (۶): تصویر شبیه سازی شده از شیشه های الکتروکرومیک [۲۰].

# نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان

## ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

جدول ۲: ارائه راهکارهای اقلیمی در شهر یزد (نگارندگان)

مراجع

۱. سالنامه آماری هواشناسی، اداره آمار و اقلیم شناسی، هواشناسی کل کشور، سال های ۱۳۸۴ - ۹۳.
۲. پوردیهیمی، ش. زبان اقلیمی در طراحی محیطی پایدار (کاربرد اقلیم شناسی در برنامه ریزی و طراحی معماری)، جلد دوم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، چاپ اول، ۱۳۹۰.
۳. طاهباز، م. نقش جداره های ساختمان در تامین آسایش حرارتی ساکنین و کاهش مصرف انرژی های فسیلی، چهارمین همایش بین المللی بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان، تهران، ۱۳۸۴.
۴. قبادیان، و. بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۱۳۸۲.
۵. پیرنیا، م. معماری اسلامی ایران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، تهران، ۱۳۸۱.
۶. شاطریان، ر. اقلیم و معماری، تهران: سیمای دانش، چاپ پنجم، ۱۳۹۴.
۷. طاهباز، م. و جلیلیان، ش. اصول طراحی معماری همساز با اقلیم در ایران با رویکرد معماری مسجد، انتشارات شهید بهشتی، ۱۳۸۷.
۸. فرخ یار، ح. صدخانه- صد پلان (ویژگی های معماری خانه های قدیمی در اقلیم گرم و خشک)، کاشان: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشان، ۱۳۹۰.
۹. کسمایی، م. اقلیم و معماری، تهران: نشر خاک، ۱۳۶۳.
۱۰. کسمایی، م.، پهنه بندی اقلیمی و راهنمای طراحی اقلیمی، اقلیم گرم و خشک، مرکز تحقیقات ساختمان و مرکز، ۱۳۷۹.
۱۱. معماریان، غ. آشنایی با معماری مسکونی ایرانی؛ گونه شناسی درونگرا، تهران: سروش دانش، ۱۳۸۵.
۱۲. احدی، س. هماوایی مولفه های پایداری در معماری سنتی اقلیم گرم و خشک (نمونه موردی خانه های سنتی قم، مجموعه مقالات دومین همایش ملی اقلیم ساختمان و بهینه سازی انرژی، ۱۳۹۲).
۱۳. توسلی، م. اصول و روش های طراحی شهری و فضاهای مسکونی ایران، تهران: انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و وزارت مسکن، ۱۳۶۹.
۱۴. تورانی، ا. آینده فن آوری ذرات بنیادین در معماری، معماری و ساختمان، شماره ۱۶، تابستان ۱۳۸۷.
۱۵. Addington, D. Michelle; Schodek, Daniel L. Smart Materials and Technologies for the Architecture and Design Professions, Architectural Press/Elsevier: Oxford, ۲۰۰۵.

اصول	راهکار سنتی	مصلح نوین
کاهش تولید گرما	کاهش تولید گرما	- کاشی و سرامیک های تغییر رنگ دهنده برای جلوگیری از
	کاهش تولید گرما	هدر رفتن انرژی.
کاهش تولید گرمای حاصل از محیط	کاهش تولید گرمای حاصل از محیط	- ایجاد موانع حرارتی در جبهه شرقی و خصوصا غربی بنا (مانند فضاهای کم استفاده، سرویس بهداشتی، انبار)
	کاهش تولید گرمای حاصل از محیط	- طراحی متراکم و فشرده به منظور کاهش سطوح باز بنا
جریان هوا خارج از ساختمان	جریان هوا خارج از ساختمان	- کاهش تعداد و مساحت بازشوها و در سایه قرار دادن آنها با عمق مناسب سایبانها ۸۵ cm
	جریان هوا خارج از ساختمان	- استفاده از جداره های ضخیم
تهویه داخلی	تهویه داخلی	- پایین تر قرار گرفتن بنا از زمین
	تهویه داخلی	- قرار دادن ضلع کوچکتر اتاق رو به فضای باز
به حداقل رسانیدن تابش خورشید طول موج کوتاه	به حداقل رسانیدن تابش خورشید طول موج کوتاه	- کاهش دمای محسوس حیاط مرکزی با احداث حوض آب و باغچه
	به حداقل رسانیدن تابش خورشید طول موج کوتاه	- استفاده از سقف های گنبدی بدلیل تماس بیشتر با جریان هوا.
ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	- استفاده از خاصیت همرفت آزاد در فضای تابستان نشین (بادگیر)
	ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	- افزایش ارتفاع فضای تابستان نشین به منظور جریان یافتن هوای گرم به سمت بالا و کاهش ارتفاع زمستان نشین جهت تسریع در گرم شدن فضا.
ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	- کاهش تعداد و مساحت بازشوها (۲۰ تا ۴۰ درصد مساحت نما)
	ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	- استفاده از شبکه های چوبی یا قفسه های نوری بر روی پنجره ها
ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	- استفاده از مصالح روشن در نما و آجر فرش در سطح کف حیاط جهت جذب کمتر تابش خورشید.
	ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	- ایجاد فضاهای نیمه باز جهت سایه اندازی در سطح حیاط با استفاده از پوشش گیاهی (انگور و انواع پیچک)
ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	- بافت شهری متراکم جهت سایه
	ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	- حیاط مستطیلی باریک و کشیده با دیوار بلند جهت سایه اندازی بیشتر
ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	- استفاده از سقف های گنبدی
	ایجاد سایه، انعکاس تابش طول موج کوتاه، کاهش تابش طول موج بلند	پلی آنیلین

کاهش تولید گرما

کاهش تابش نامطلوب



### ۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

۱۶. Ritter, Axel. Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design, Birkhauser, Switzerland; ۲۰۰۷.
۱۷. سرخوش، ب. پایان نامه کارشناسی ارشد - مهندسی فناوری نانو - دانشگاه اصفهان، سیستم جامع آموزشی فناوری نانو نسخه ۲، ۱۳۹۳.
۱۸. شاقوزایی، ع. فناوری نانو بهترین راه حل برای کاهش مصرف انرژی، نشریه راه و ساختمان، شماره ۷۴، ۱۳۸۹.
۱۹. گلابچی، م و تقی زاده، ک و سوش نیا، ا. فناوری در معماری و مهندسی ساختمان، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۱۳۹۰.
۲۰. وکیلی نژاد، ر. مواد و مصالح هوشمند، مجله معماری و ساختمان، شماره ۱۴، ۱۳۸۶.
۲۱. باقلانی، م. اجرای نوین ساختمان با استفاده از شیشه های هوشمند، پانزدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور، ۱۳۹۳.