

## بهره‌گیری از مصالح و نماهای هوشمند بارویکرد پایدار

(نمونه موردی: شهرستان شهرکرد، استان چهارمحال و بختیاری)

### عاطفه ارجمندنیا<sup>۱</sup>

۱- کارشناسی ارشد معماری، ایران، نویسنده مسئول  
atefekarjmandnia91@yahoo.com

### چکیده

دیدگاهی که انسان در دوران پیش از مدرن درباره محیط طبیعی پیرامون خود داشت، مبنی بر وحدت و یک شدن با آن بود، ولی آنچه که در دوران رشد صنعت و تکنولوژی رخ داد، بی توجهی به طبیعت و انرژی‌های موجود در آن بود. طراحی اقلیمی روشی است برای کاهش همه جانبه هزینه انرژی یک ساختمان.

در این راستا با توجه به گسترده‌گی اقلیم سرد و خشک در نیمکره شمالی و نیز کشور عزیزمان ایران، توجه به طراحی بناها و کالبد شهرهای اقلیم سرد و خشک که از مصرف‌کنندگان عمده انرژی‌های فسیلی به شمار می‌روند، می‌تواند بخش عمده‌ای از مصرف آن‌ها را تقلیل دهد. هدف از این مقاله بررسی شرایط اقلیمی منطقه سرد و خشک و به ویژه شهرستان شهرکرد واقع در این اقلیم و به تبع آن بررسی راهکارهای طراحی بناها با توجه به مصرف صحیح منابع انرژی و احترام گذاشتن به طبیعت و متناسب با اقلیم پایدار می‌باشد. در این مقاله شیوه کتابخانه‌ای و میدانی برای بررسی مطالب انتخاب شده و امید است نتایج مطلوبی در مفهوم معماری اقلیمی پایدار منطقه سرد و خشک، کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی و کاهش آلودگی به ویژه در شهرستان شهرکرد که به عنوان بستر اصلی مورد مطالعه را به همراه خواهد داشت.

**واژگان کلیدی:** معماری اقلیمی پایدار، طراحی اقلیمی، اقلیم سرد و خشک، شهرکرد

### مقدمه

طبیعت، دارای قابلیت‌های فراوانی است و در درون خود منابع بالقوه زیادی از انرژی را جای داده است که بشر با اندکی تأمل و دوراندیشی می‌تواند آن را به خدمت گیرد. راه استفاده درست از انرژی‌های فناناپذیر و پاک نهفته در طبیعت را پیدا کند و علاوه بر پی بردن به خطر اتمام این منابع (نفت و گاز و...)، آلودگی محیط زیست به هزینه‌های بالا برای مصرف‌کننده نیز توجه کند و بداند که در مقابل این انرژی‌ها، انرژی‌های تجدیدپذیر قرار گرفته‌اند که در عین حال که هیچ نوع آلودگی و گاز گلخانه‌ای تولید نمی‌کنند، پایان ناپذیرند و نیز میزان تولید آنها با بهره بالاتری نسبت به انرژی‌های فسیلی می‌باشد.

در دنیای معاصر با استفاده از برخی مصالح و فناوری هوشمند به تدریج این امکان در حال شکل‌گیری است که نمای ساختمان، همانند پوست یا پوسته‌ای هوشمند طراحی یا اجرا گردد تا بتواند در برابر نور، متناسب با شرایط مشخص شده واکنش نشان می‌دهند، به همین سبب به تدریج امکان استفاده از بازشوهایی فراهم می‌شود که در برابر دمای هوای بیرون بازتاب نشان دهند، تا بتوان در فرایند تبادل هوا میان درون و بیرون ساختمان تعادل ایجاد کرد (ثروت جو، ۱۳۹۰: ۱۲۰-۱۰۰).

در این مقاله براساس مسائل فوق‌الذکر، به بررسی بهره‌گیری مصالح هوشمند و نماهای دوجداره با توجه به رویکرد اقلیمی پایدار در شهرهای سرد و خشک و عوامل موثر در طراحی بناها در این اقلیم پرداخته شده و شرایط اقلیمی منطقه سرد و خشک با توجه به رویکرد اقلیمی پایدار به ویژه

در شهرستان شهرکرد واقع در شهرستان شهرکرد در استان چهارمحال وب ختباری با توجه به منطقه سرد و خشک آن استفاده از این مصالح هوشمند و نماهای دوپوسته در ساختمان می باشد.

## روش تحقیق

روش تحقیق در مقاله حاضر، بیشتر روش تحلیلی و توصیفی بوده و اطلاعات آن به شیوه کتابخانه ای و استفاده از منابع و اطلاعات موجود در کتب و مقالات و نیز اطلاعات موجود در سازمان‌های ذیربط، از جمله اداره هواشناسی و اداره راه و شهرسازی شهرستان شهرکرد جمع آوری شده است. در این راستا تحلیل مصالح هوشمند و نماهای دوپوسته دارای کارکردهای بسیار که اکثر آنها هم راستا با اهداف پایدار در اقلیم سرد و خشک همچون شهرستان شهرکرد توصیف شده و بطور مبسوط، مورد بحث قرار گرفته است.

## ۱- تأثیر مصالح هوشمند و نماهای دوجداره در اقلیم سرد و خشک

### ۱-۱- اقلیم سرد و خشک

شرایط اقلیمی، تأثیر مستقیمی بر شهرسازی و بافت شهر گذاشته و باعث ایجاد شرایط آسایش در شهر می‌شود. کار طراح و شهرساز استفاده از عناصر اقلیمی از طریق سامان دهی عناصر شهری، مهار کردن اقلیم و استفاده از آن از طریق جهت گیری درست شریان‌ها، انتخاب ارتفاع مناسب جداره‌های ساختمان‌ها و دوجداره بودن آنها، تعیین عرض درست خیابانها و استفاده از گونه‌های مناسب گیاهی، استفاده از مصالح هوشمند و... است (مفیدی، ۱۹۹۸: ۷۹). در این مقاله بهره‌گیری مصالح هوشمند و نماهای دوجداره در اقلیم سرد مورد مطالعه قرار گرفته و از مجموع این مطالعات نتایجی در این خصوص به دست خواهد آمد.

## ۲- نماهای هوشمند، پایداری و مدیریت انرژی

امروزه «نما» در ساختمان از ساختار باربر آن جدا شده و بصورت یک پرده و رویه واقعی درآمده است. نما بعنوان بیرونی ترین جلوه و خودنمایی ساختمان علاوه بر اینکه از دیرباز کارکرد اصلی زیبایی شناسانه ساختمان را برعهده داشته است، با علم و فناوری‌های روزافزون کارکردهایی همچون عایق حرارتی، عایق صوتی، تهویه مطبوع، تولید انرژی و... به آن اضافه شده و اخیراً واژه «هوشمند» را نیز یدک می‌کشد. در دنیای معاصر با استفاده از برخی مصالح فناوری هوشمند به تدریج این امکان درال شکل‌گیری است که نمای ساختمان، همانند پوست یا پوسته‌ای هوشمند طراحی یا اجرا گردد تا بتواند در برابر بعضی از عوامل بیرونی کنش‌های متفاوتی بروز دهد و به این ترتیب امکان استفاده از برخی پدیده‌های محیط طبیعی فراهم آید (ثروت جو، ۱۳۹۰: ۱۲۰-۱۰۰).

در دنیای معاصر با استفاده از برخی مصالح و فناوری هوشمند به تدریج این امکان در حال شکل‌گیری است که نمای ساختمان، همانند پوست یا پوسته‌ای هوشمند طراحی یا اجرا گردد تا بتواند در برابر نور، متناسب با شرایط مشخص شده واکنش نشان می‌دهند، به همین سبب به تدریج امکان استفاده از بازشوهایی فراهم می‌شود که در برابر دمای هوای بیرون بازتاب نشان دهند، تا بتوان در فرایند تبادل هوا میان درون و بیرون ساختمان تعادل ایجاد کرد. نمای هوشمند را از نظر ساختار، مواد و مصالح به کار و نحوه کارکردی می‌توان به دسته‌های زیر تقسیم کرد:

- ۱- نمای دوپوسته
- ۲- نمای با مواد و مصالح هوشمند
- ۳- نما با سیستم‌های هوشمند
- ۴- نمای هوشمند ترکیبی

## ۲-۱- نمای دوپوسته<sup>۱</sup>

کتاب مرجع موسسه تحقیقات ساختمان بلژیک (۲۰۰۲) این نماها را اینگونه تعریف می کند: نمای دوپوسته نمایی است که یک یا چندطبقه از ساختمان را با پوسته های چندگانه شفاف پوشش می دهد. در این لایه هامی تواند نسبت به هوا عایق باشند یا نباشند. در این نوع نماها فضای خالی بین پوسته هامی تواند طبیعی و یا مکانیکی تهویه شود. ترکیب کلی این بناها معمولا دوشیشه است که بایک راهروی هوا از هم جدا شده اند. شیشه اصلی معمولا عایق شده است. فضای بین دولایه به عنوان عایق حرارت، صدا و باد عمل می کند. تجهیزات سایبان معمولا در فاصله بین دولایه قرار می گیرند.

## ۲-۲- تقسیم بندی براساس نوع هندسه فضای حائل:

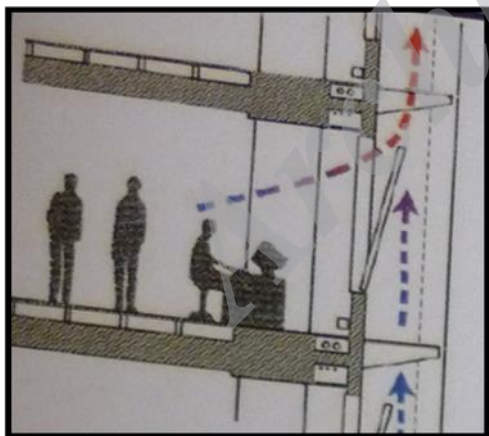
در همه این سیستم ها فضای حائل به عنوان عنصر اصلی تعیین کننده ویژگی های دیگر سیستم است و وجود لایه عایق هم در تعدیل دما موثر خواهد بود.

### الف - نمای دوپوسته:

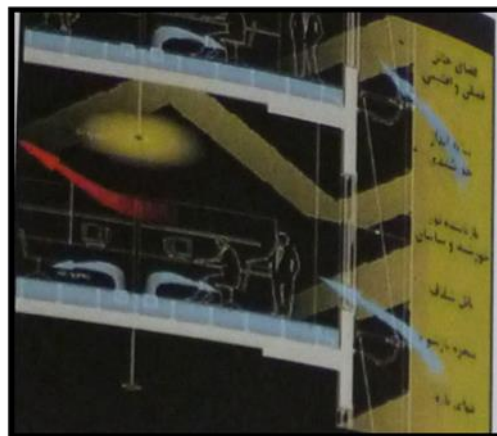
در این روش ستون های عمودی یا افقی بین لایه ها وجود ندارد. فضای حائل در سراسر نما به شکل عمودی، پیوسته و ممتد طراحی شود. بدین ترتیب براساس اصل بالارفتن هوای گرم می توان، از مزایای دودکشی استفاده کرد. در روزهای گرم، هوای گرم در بالا جمع و از طریق بازشوها به خارج منتقل می شود.

### ب - نمای دوپوسته دالانی:

فضای حائل در هر طبقه به صورت جداگانه و مستقل از طبقه دیگر تفکیک می گردد، که این عامل گرمای بیش از حد طبقات آخر را کاهش می دهد. مانع انتقال صدا و دود و آتش می شود و به دلیل سهولت اجرا هزینه های ساخت و ساز را کاهش می دهد. علاوه بر این برای حداکثر تهویه طبیعی، امکان ورود و خروج هوا در هر طبقه به شکل مجزا فراهم می شود. بهتر آن است که بازشوی ورود و خروج هوا نزدیک کف و سقف باشند (ثروت جو، ۱۳۹۰: ۱۲۰-۱۰۰).



شکل (۲) - نمای دوپوسته یکپارچه (ثروت جو، ۱۳۹۰)



شکل (۱) - بررسی عناصر نمای دوپوسته (ثروت جو، ۱۳۹۰)

<sup>1</sup> Double Skin facade

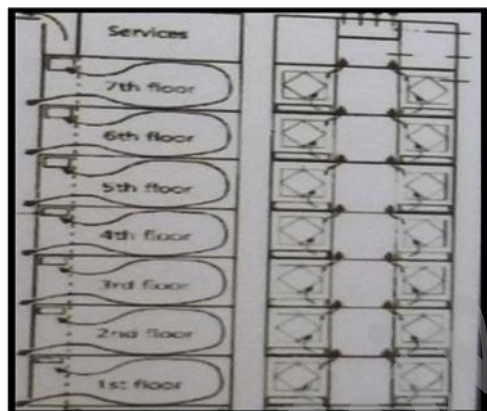
### ج - نمای دوپوسته با محفظه های عمودی:

فضای حایل با تقسیمات عمودی به فاصله یک یا دو دهانه تفکیک می‌گردد. این سیستم هرچند تهویه طبیعی را به دلیل بهبود اثر دودکشی بهتر انجام می‌دهد، اما از نظر حفاظت در برابر آتش سوزی و صدا مناسب نیست و باعث تداخل هوای آلوده می‌شود. مناسب ترین انتخاب از نظر حریق و انتقال صدا و گرما، تفکیک طبقه به طبقه است که امکان ایجاد فضای پیوسته رانیز فراهم می‌کند.

«نماهایی با محفظه عمودی» نیاز به بازشوهای کمتری در پوست خارجی خود دارند، زیرا امکان استفاده از خاصیت بالارفتن هوا توسط مکش در آن‌ها وجود دارد که این عامل مثبتی برای کنترل سروصدا است.

### د - پنجره‌های جعبه‌ای

پنجره‌های جعبه‌ای شاید قدیمی ترین نوع دولایه باشند. این پنجره‌ها دارای یک فرم بازشو به سمت داخل هستند. پوسته های خارجی بازشوهای دارد، که اجازه دخول و خروج هوای تازه و خروج هوای مصرف شده را می‌دهد. در فضای میانی بین لایه ها می توان کرکره نصب کرد.



شکل (۴) - عملکرد نمای دوپوسته در زمستان و تابستان (ابراهیمی، ۱۳۹۰)



شکل (۳) - نمای دوپوسته دالانی

### ۳- کارکردهای نماهای دوپوسته در راستای معماری با اقلیمی پایدار

- نمای دوپوسته دارای کارکردهای بسیاری است که اکثر آنها همراستا با اهداف معماری پایدار می باشند که مهمترین آنها عبارتند از:
- **عایق متحرک در نماهای دوپوسته:** یکی از نقاط ضعف سیستم های دوپوسته اتلاف حرارتی در ساعات بدون تابش خورشید است. تعبیه یک عایق متحرک به برطرف کردن این ضعف کمک می کند.
  - **نماهای دوپوسته و عایق صوتی:** میزان عایق بودن این نماها شدیداً بستگی به میزان و موقعیت بازشوها در لایه دوم دارد، به علاوه به اندازه زیادی هم وابسته به صداگیری سطوح نما در لایه میانی است.
  - **نماهای دوپوسته، فشار باد و نیروهای جانبی ساختمان:** کاستن از فشار باد یکی از مهمترین موارد است که در آسمان خراش ها، از نماهای دوپوسته خواسته می شود، که البته این نیمی از وظیفه آنهاست.
  - **دریک نمای دوپوسته، محفظه میانی، این امکان را بوجود می آورد تا نوسانات فشار مثلاً در هنگام وزش باد رادرزمان محدود به حداقل برساند (وکیلی نژاد، ۱۳۷۸: ۹۸-۹۶).**
  - **نماهای دوپوسته و تهویه طبیعی:** در ساختار نمای دوپوسته هوای بین دولایه پوسته گرم می شود. علت آن بیشتر به خاطر جذب گرما توسط سطوح غیرشفاف، آفتاب شکنها و کرکره های بسته ای است که در معرض آفتاب قرار دارند. این که هوای

خارجی به چه سرعتی وارد فضای داخلی شود و به چه اندازه گرما در مسیر داخل شدن جذب شود، کاملاً بستگی به اندازه بازشوها پوشش داخلی دارد.

- **عملکرد خورشیدی نماهای دوپوسته:** از اوایل دهه ۹۰ میلادی اصطلاح نمای خورشیدی در تحقیقات و کارهای اجرایی وارد شد. در این روش، دیوارهای ساختمان نه تنها وظیفه محافظت و پوشش رابه عهده داشتند، بلکه به عنوان منبع حرارتی نیز محسوب می شوند. همچنین دیوارهای بیرونی ساختمان که نقش دوگانه پوشش پیرامونی و محافظت در مقابل نور خورشید را دارند، می توانند به همراه نقش های معمول و محافظتی ساختمان از مزایای فناوری ساخت و تأثیرات متقابل اقتصادی نیز بهره گیرند (صابری، ۱۳۸۰: ۴).

#### ۴- مصالح هوشمند

توجه زیادی به مصالح ساختمانی که با روش های نوآورانه تولید می شوند برای افزایش کارایی، ایمنی و پایداری محیط دارد. توانایی ساختن مصالح دوستدار محیط، انتخاب های پایدار بدون آسیب به کارایی و به هم زدن ساختار، دوام و بدون افزایش هزینه اهمیت زیادی دارد. تکنولوژیهای جدید و مصالحی که کارایی بالایی دارند و در حال توسعه هستند برای برآورده کردن نیازها و ارائه راه حل های خلاقانه و نوآورانه برای از بین بردن مشکلاتی که مدت های زیادی وجود داشته اند موثر می باشند (شریف محمد، ۲۰۱۳: ۱۵۲۱-۱۵۱۲).

#### ۴-۱- مصالح هوشمند به سه گروه تقسیم می شوند:

- ۱- مصالح هوشمند غیرفعال که از طریق دریافت و شناخت محرک های محیطی به خوبی محرک های درونی خود به عنوان حسگر عمل می کنند تقریباً همه اشکال این گروه به راحتی به تغییر دمای اطراف خود با تغییر شکل بدون آنالیز علایم پاسخ می دهند.
- ۲- مصالح هوشمند فعال که دارای خواصی مانند گروه غیرفعال هستند و علاوه بر واکنش به محرک به عنوان فعال کننده نیز عمل می کنند، به طور مثال یکی از مصالح هوشمند فعال کاهش دهنده نوسان است که از مصالح یا مواد فیزوالکتریک ساخته شده اند که از یک حلقه بازخوردی بهره می گیرند که آنها را قادر می سازد که هم تغییر را تشخیص دهند و هم پاسخ مناسب را از طریق یک جریان فعال کننده داشته باشند.
- ۳- مصالح هوشمندی که می توانند از این هم فراتر رفته و رفتار خود را با شرایط اطرافشان سازش دهند.

#### ۴-۲- دسته بندی دیگری برای سیستم ها و مصالح هوشمند وجود دارد که به دو دسته تقسیم می شوند:

- ۱- موادی که تغییر در یک یا چند خصوصیت خود نشان می دهند مانند شیمیایی، الکتریکی، مغناطیسی، مکانیکی یا گرمایی که به طور مستقیم به تغییر در محرک های خارجی در محیط اطراف خود پاسخ می دهند برای مثال یک ماده فتوکرومیک در مقابل تغییرات میزان تابش اشعه فرا بنفش با تغییر رنگ پاسخ می دهد.
  - ۲- مصالح هوشمندی که شکل های مختلف انرژی را به تبدیل می کنند. این گروه مصالحی را با خواصی مانند فتوالکتریک، ترموالکتریک، فیزیو الکتریک، فتولومینوسنت هستند (ادینگتن<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵: ۵۵۱-۵۳۹).
- مصالح هوشمند در ساختمان معمولاً با شکل هایی از سیستم های کنترل خودکار که قادر به جمع آوری اطلاعات، تصمیم گیری و اجرا هستند همراه هستند (لاودی<sup>۲</sup>، ۱۹۹۷: ۴۶۱-۴۴۷).

یکی از مشکلات اصلی ساختمان های هوشمند ساکنین و افزایش کارایی کاربران با یک مبلغ کم می باشد (ریوز مورنو<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷: ۷۲۲-۷۱۳). مصالح هوشمند زیر مجموعه ای از سیستم های هوشمندی هستند که ساختار فیزیکی غیر زیستی دارند که دارای خواص زیر هستند:

- ۱- هدف معین

<sup>1</sup> Addington

<sup>2</sup> Loveday

<sup>3</sup> Ríos-Moreno

۲- روش و ضرورت دستیابی به هدف

۳- الگوی زیستی عملکرد

دانش و تکنولوژی در قرن ۲۱ به شدت اتکا به توسعه مصالح جدید که قادر به پاسخگویی به تغییرات محیطی و نشان دادن عملکرد خود براساس شرایط بهینه است (وانگ<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸: ۲۴۵-۲۳۰).

## ۵- بهره‌گیری از مصالح هوشمند در پوسته‌های خارجی ساختمان

طراحی مصالح هوشمند به گونه‌ای است که این محصولات در مقیاس نانو طراحی می‌شوند و مصالحی از آن به وجود می‌آید که خواص سحرآمیزی را در مقابل با محیط و واکنش‌های خارجی دارد. نانو که برای تعیین یک میلیاردم<sup>۹</sup> تا ۱۰ یک کمیت استفاده می‌شود برابر است با یک میلیاردم متر که این اندازه تقریباً معادل نصف ضخامت یک مولکول DNA می‌باشد. مواد نانو بعنوان موادی که حداقل یکی از ابعاد آن (طول، عرض، ضخامت) زیر ۱۰۰ میلی‌متر باشد تعریف شده اند (ویلسون<sup>۲</sup>، ۱۳۸۶: ۳۶۴).

منظور از نانو مواد یک ساختار جامدی است که در آن انتظام اتمی اندازه کریستال‌های تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی سراسر بدنه در مقیاس چند نانومتری گسترده شده باشد، هر چند پژوهشگران هم اکنون قادر به ساخت ساختارهای تک مولکولی در آزمایشگاه هستند اما هنوز نتوانسته‌اند شیوه‌ای ارزان برای تولید انبوه آنها بیابند. از مواد هوشمند ساخته شده، تولید نانو تیوبهای کربنی و متعاقب آن نانوکامپوزیتها است که ماده‌ای در اختیار بشر قرار داد که رساناتر از مس، مقاوم تر از فولاد و سبکتر از آلومینیوم است و می‌توان از این مصالح برای اسکلت ساختمانی بهره برد. شیشه‌های هوشمند که در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی ساخته شده‌اند، دارای این خاصیت هستند که در هنگام تابش شدید نور آفتاب، تیره و مات می‌شوند و هنگام تابش ضعیف تر، شیشه‌ها روشن ترمی شود این تولید، می‌تواند به گونه‌ای طراحی را چیدمان فضاها براساس جهت گیری خورشید آزاد بگذارد و شرایط آسایش بهتری را برای ساکنان ایجاد کند (بوکر<sup>۳</sup>، ۱۳۸۵: ۳۵۴).

یکی از جالب‌ترین دسته‌های مواد هوشمند، مواد با قابلیت تغییر رنگ (کرمیک) نام دارد، این مواد را می‌توان به دسته‌های زیر تقسیم

کرد:

جدول (۱) - تقسیم بندی مواد هوشمند براساس خواص آنها (بیگی، ۱۳۸۸: ۶۳۵)

نام ماده	عامل تغییر رنگ
فوتوکرومیک	تغییر نور
ترموکرومیک	تغییر دما
کمانوکرومیک	فشار یا تغییر شکل
کموکرومیک	شرایط شیمیایی خاص
الکتروکرومیک	تغییر ولتاژ

نکته‌ای که باید در این زمینه دقت کرد این است که در واقع تغییر رنگی که گفته می‌شود و تغییر خصوصیات نوری این مواد مانند ضریب جذب، قابلیت بازتاب یا شکست است. از دیگر خواصی که در طراحی شیشه‌ها در مقیاس نانو انجام گرفته خاصیت خود تمیزکنندگی شیشه هاست که با استفاده از فرایند فتولتاییک، روکش‌ها تحت تأثیر اشعه ماوراء بنفش که در نور طبیعی روز وجود دارد، از خود عکس‌العمل نشان داده، شکسته می‌شوند و گردوغبار را تجزیه می‌کند، قسمت دوم این فرایند زمانی رخ می‌دهد که قطره‌های باران یا آب به شیشه برخورد به دلیل هیدروفیلیک بودن آن، به جای شکل‌گیری قطره، آب به طور گسترده روی سطح پخش می‌شود و هنگام دور شدن از سطح و غبار رانیز با خود می‌شوید و می‌برد و در مقایسه با شیشه‌های رایج، آب به سرعت خشک شده و هیچ لکه‌ای به جا نمی‌گذارد (بوکر، ۱۳۸۵: ۳۵۴).

<sup>1</sup> Wang

<sup>2</sup> Wilson

<sup>3</sup> Bouker



نانوعایق، عایق حرارتی است که محافظ و عایق حرارتی مناسب در مقابل هر سه نوع انتقال گرما شامل تشعشع، جابجایی و همرفت می باشد با این خصوصیات می توان از آن به راحتی در ساختمان ها استفاده کرد، مواد نانو کریستالی سنتز شده از طریق تکنیک رسل- ژل آئروژها را دید می آورند.

از آن جایی که آئروژها متخلخل هستند و هوا در سوراخ های ریزشان به دام افتاده است، در حال حاضر برای عایق بندی در ساختمان ها به کار رفته شده با استفاده از این نانو عایق ها می توان در مصرف انرژی صرفه جویی مناسبی داشت (ویلسون، ۱۳۸۶: ۳۶۴).

## ۶- استفاده از شیشه های هوشمند

شیشه های هوشمند مانع گرما در اتاق می شوند. امروزه نوع جدیدی از پنجره ها با شیشه های هوشمند ساخته می شوند که در تابستان گرمای آفتاب را در ساختمان کاهش می دهند و در مقابل در زمستان اشعه گرمادهنده را بیشتر جذب می نماید. بدین ترتیب صرفه جویی زیادی در مصرف برق برای سرمایش و گرمایش در فصول مختلف سال باعث می شوند. نخستین نمونه های ساختمان های هوشمند به دهه هشتاد قرن گذشته میلادی بر می گردد. پروژه (ساختمان سبز) در لندن را (فیوچر سیستم) و (اووه آرپ و شرکا) طراحی کردند. شکل آیرودینامیک و تخم مرغی ساختمان باعث کمک به جریان هوا در ساختمان و در فضای بین دو پوسته نما با شیشه های دوجداره می شود. در این پروژه، ایده اصلی عبارت است از استفاده از جریان دمای هوای طبیعی در آتریوم مرکزی و فضای بسته بین دو پوسته نما. بدین ترتیب در تمام طبقات و دفاتر ساختمان هوای تازه جریان پیدامی کند.

## ۶-۱- شیشه های هالوگرافیک- اپتیک

یکی دیگر از روش های کنترل نور تابشی خورشید استفاده از شیشه های هالوگرافیک- اپتیک است که اختصاراً HOE نامیده می شود. در این روش، بصورت فیزیکی تابش و مسیر تابش و زاویه آن کنترل می شود. مثل عملکرد آینه ها، عدسی ها، منشورها و اشیاء اپتیکی دیگر HOE ها، در حقیقت شکل ها و المان هایی هستند که به روش لیزری بر روی فیلم هایی با درجه حساسیت بالای فوتوئی تولید می شوند و در شیشه های چندلایه به کار برده می شوند. با تابش نور و متناسب با زاویه تابش، شکل های مورد نظر پدید می آیند. این ها در ابعاد ۱۰ در ۱۰ سانتیمتر تولید می شوند و با تابش خورشید بر روی پرده نمایش به ابعاد یک در یک متر ظاهر می گردند.

## ۶-۲- شیشه های با قابلیت تنظیم و روشن و خاموش شدن

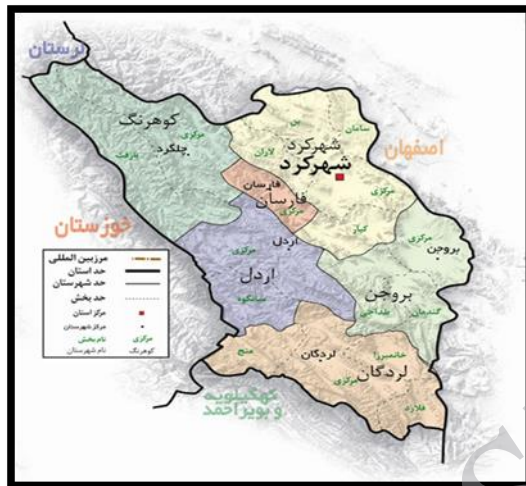
با استفاده از شیشه های (ترموتراپ) می توان نیاز ساختمان به انرژی در طول روز را، به صورتی کاملاً محسوس، کاهش داد. با این قابلیت ها در جداره شیشه های پنجره ها، برخلاف روش های سنتی استفاده از سایبان و کرکره، می توان انرژی حاصل از تابش و جریان نور را مستقیماً و بصورت دینامیکی تنظیم نمود. شیشه های با قابلیت تنظیم و روشن و خاموش شدن را می توان در ساختمان های اداری و عمومی استفاده نمود. این نوع شیشه ها، امروزه نقش بسیار مهمی در پوشش باز شوهای این ساختمان ها دارند.

## ۷- جغرافیای طبیعی استان چهارمحال و بختیاری:

استان چهارمحال و بختیاری با مساحت ۱۶۵۳۲ کیلومتر مربع بین ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و نیز ۴۹ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی قرار دارد. این استان در بخش مرکزی کوه های زاگرس بین پیش کوه های داخل و استان اصفهان واقع شده است. از شمال و شرق به استان اصفهان، از غرب به استان خوزستان، از جنوب به کهگیلویه و بویر احمد و از شمال غرب به استان لرستان محدود است. بر اساس آخرین تقسیمات سیاسی کشور، استان چهارمحال و بختیاری دارای ۶ شهرستان ۲۴ شهر و ۱۵ بخش و ۳۴ دهستان می باشد.

این منطقه دارای یک درصد از کل وسعت ایران می باشد که در بستر سلسله جبال زاگرس واقع شده است. که با وجود مساحت کم ده درصد از منابع آب کشور را در اختیار دارد. به علت ماهیت کوهستانی مرتفع، که در مسیر بادهای مرطوب سیستم های مدیرانه ای قرار داشته و موجب صعود و تخلیه بار این سامانه ها می گردد، این استان دارای بارش نسبتاً مناسب می باشد. غالباً در مناطق مرتفع نوع بارش به صورت برف

می‌باشد و وجود ارتفاعات پوشیده از برف یکی از ویژگی‌های اقلیمی این استان است. به علت جوان بودن دوره کوه زایی، در این منطقه وجود بلایا و مخاطرات طبیعی بسیاری چون سیل و زلزله، رانش زمین در اکثر نقاط آن مشاهده می‌شود. همچنین سرمازدگی، خشکسالی و رعد و برق از دیگر بلایای طبیعی آن می‌باشد.



نقشه (۱) - استان چهارمحال و بختیاری (www.Chbmet.ir).

خلاصه آمار روزانه ایستگاه‌های سینوپتیک - اقلیم شناسی و بارش‌سنجی استان چهارمحال و بختیاری در هورتج 1393/8/29

ایستگاه	دما (°C)		رطوبت نسبی (%)		بارندگی ۲۴ ساعته (mm)	ارتفاع کل برف (cm)	مجموع بارندگی سالیانه برف (سانتیمتر)	مجموع بارندگی سالیانه برف (سانتیمتر)
	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل				
شهرکرد	12.6	-4.4	41	94	0	81.5	81.5	
بروجن	11.6	-4	33	92	0	60.1	60.1	
بن	11.2	-3.5	40	93	0	89.5	89.5	
ساحان	12.9	-1.4	5.5	86	0	69.6	69.6	
سورسجان	11.8	-3.3	4.2	95	0	104.3	104.3	
کوهرنگ	7.9	-4.1	1.9	80	5	355.6	355.6	
لردگان	16.2	0.8	8.5	97	0	94.7	94.7	
فارسان	13.2	-1.9	5.7	99	0	96.3	96.3	
فرخ‌شهر	13.2	-2.4	5.4	99	0	61.9	61.9	
بلداجی	12	-4.2	3.9	87	0	102.7	102.7	
اردن	15.2	2.7	8.9	98	0	115.7	115.7	
آوردگان	9.8	-1.4	4.2	56	0	118.9	118.9	
گدما	13	-3.2	4.9	85	0	132.7	132.7	
درک	16.8	0	8.4	88	0	118.1	118.1	
ماتخلیفه	13.1	-3.2	5	93	0	110.2	110.2	
شغمار								
آلوس								
سرخون								
دوب‌مصفا	12.4	0.5	6.4	76	0	126.7	126.7	

آمار و اطلاعات تاریخ فوق از ساعت ۰۶ صبح روز قبل تا ساعت ۰۶ صبح روز مذکور می‌باشد.  
\* مجموع بارندگی باران و آب حاصل از برف مذاب

نمودار (۱) خلاصه آمار روزانه ایستگاه‌های هواشناسی استان چ و ب (منبع: اداره هواشناسی چ و ب)

خلاصه آمار ماهیانه آبان 1393

ایستگاه	دما (°C)		رطوبت نسبی (%)		مجموع بارندگی ماهیانه
	حداکثر مطلق	حداقل مطلق	حداکثر	حداقل	
شهرکرد	24.4	-6.6	83	28	67.8
بروجن	22.8	-7.4	71	24	55.2
بن	23.8	-6.2	72	21	71
ساحان	24.4	-3.8	67	28	56.1
سورسجان	23.3	-6	79	24	73.7
کوهرنگ	22.6	-6.1	81	30	282.8
لردگان	26	-2	79	28	81.9
فارسان	24.2	-4.7	84	23	73.7
فرخ‌شهر	24.3	-5.1	85	21	49.9
بلداجی	19	-5.4	73	33	84.2
اردن	26.1	0.5	68	24	91.1
آوردگان	22	-7	64	25	92.7
گدما	23.4	1.6	55	27	9.3
درک	24	-7.6	81	29	112.7
ماتخلیفه	23.6	-3	77	29	100.9

نمودار (۲) خلاصه آمار ماهیانه ایستگاه‌های هواشناسی استان چ و ب (منبع: اداره هواشناسی چ و ب)



## ۷-۱- طراحی ابنیه شهری در اقلیم سرد و خشک شهرکرد

- ۱- کالبد شهرهای سرد و خشک، همچون شهرستان شهرکرد کالبدی فشرده و متراکم است.
- ۲- در این مناطق، جهت کاهش تأثیر بادهای سرد بر ساختمان‌ها، می‌توان از کاشت گیاهان سوزنی برگ و همیشه سبز در مقابل این بادهای بهره‌جست و عموماً از وزش باد بر ساختمان باید جلوگیری شود.
- ۳- در اقلیم سرد و خشک شهرکرد، حجم ساختمان‌ها جهت کاهش پرت حرارتی، باید نزدیک مکعب باشد.
- ۴- کاربرد رنگ تیره و سطوح غیر صیقلی در بدنه‌ها و شریان‌های شهری، جهت جذب بیشتر نور خورشید توجیه می‌گردد.
- ۵- شهرها و روستاهای اقلیم سرد و خشک در نیمکره شمالی باید بر روی شیب‌های رو به جنوب ساختمان‌ها شود تا حداکثر تابش آفتاب را در زمستان دریافت نمایند.
- ۶- مصالح به کار رفته در این اقلیم باید به نحوی باشد تا ظرفیت حرارتی بالایی داشته و بتواند انرژی را در خور ذخیره نماید و نیز در برابر یخبندان مقاوم باشد (شقایق، ۱۳۸۷: ۱۱۹-۱۱۸).

## ۸- نتایج

آینده‌ای که در انتظار صنعت ساخت و ساز است ایده‌های نوآورانه، مصالح و تکنیک‌هایی برای تولیدات دارای کیفیت بیشتر، بادوام‌تر و مقاوم‌تر می‌باشند. از آنجائیکه پیشرفت مصالح ساختمانی به طور مداوم ادامه می‌یابد و استفاده از این مصالح به طور وسیع‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرند تأثیرات اقتصادی، اجتماعی و محیطی این مصالح افزایش می‌یابد. مصالح ساختمانی هوشمند راهی به سوی افزایش سرمایه و سودآوری است که ارزش مصالح و تکنولوژی و محصولات نهایی به عنوان تجارت دارای پتانسیل زود بازده افزایش می‌یابد. امروزه سیستم‌های ساختمانی هوشمند در مقایسه با ساختمان‌هایی که با روش سنتی ساخته می‌شوند، ارزشمندتر هستند و در درازمدت موجب صرفه‌جویی در سرمایه می‌شوند به دلیل اینکه طول عمر ساختمان‌ها افزایش می‌یابد.

خواص مصالح هوشمند در همه انواع این مصالح از قبیل فلزی، شیشه‌ای، پلیمر و کامپوزیت دیده و یافت می‌شود. مصالح شیشه‌ای و پلیمریک هر دو قابلیت انطباق دارند اما پلیمرها قابلیت انعطاف و تطابق بیشتری نسبت به شیشه دارند. به هر حال موانعی نیز وجود دارد که پذیرش نوآوری در مصالح با آن روبرو است که دامنه آن از هزینه و چرخه بازاریابی و عدم اعتماد سازی در بعضی محصولات می‌باشد.

علاوه بر این نداشتن پیوستگی و دوام میزان موفقیت به خصوص تأیید و پذیرش تکنولوژی‌های جدید نیز جزء موانع می‌باشد. ارزش دانش و نوآوری که در حال پیشرفت و توسعه می‌باشد، بعنوان یک مزیت برای دارندگان صنعت ساخت و ساز می‌باشد. و هماهنگی بین طراحی و صنعت ساخت و ساز از راه‌هایی برای غلبه بر موانع می‌باشد. بزرگترین جنبه‌ای که در استفاده از مصالح هوشمند در نظر گرفته می‌شود، تأکید بر خواص قابل تغییر مصالح دارد که بعنوان بزرگترین پتانسیل مصالح هوشمند در معماری است، مثلاً مصالحی که با تغییر رنگ به نور، گرما و فشار مکانیکی و ولتاژ برق پاسخ می‌دهند.

پیشرفت مصالح هوشمند در آینده به سمت تولید مصالح دارای ابعاد کاربری بالاتر حرکت می‌کند و منجر به ایجاد تکنولوژی جدید به سوی سیستم‌های هوشمندتر می‌شود.

## منابع فارسی

- ۱- ابراهیمی، ا.، سپرک لی ه.، ۱۳۹۰، تأثیرنماهای دویپوسته در کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های بلند مرتبه، همایش ملی عمران، معماری، شهرسازی و مدیریت انرژی، اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی اردستان.
- ۲- آمارو اطلاعات - اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری
- ۳- بوکر ر.، ۱۳۸۵، فناوری نانو در علوم پزشکی و مهندسی، ترجمه س سرکار، چاپ اول، تهران، انتشارات خواجه رشید، ۳۵۴ صفحه.
- ۴- بیگی ع.، ۱۳۸۸، معرفی تایل‌های فتوولتائیک به عنوان عناصر معماری - تأسیساتی، مجموعه مقالات اولین همایش ملی معماری پایدار، همدان، مرکز آموزشی و فرهنگی سما، ۱۲-۱۳، اسفندماه، ص ۷۱-۸۰.

- ۵- ثروت جو ح ، ارمغان م ، ۱۳۹۰، نمای دوپوسته، هوشمندی، پایداری ومدیریت انرژی، همایش ملی عمران، معماری، شهرسازی ومدیریت انرژی، اصفهان، دانشگاه آزاداسلامی اردستان.
- ۶- شقاقی ش ومفیدی م، (۱۳۸۷)، "رابطه توسعه و طراحی اقلیمی بناهای منطقه سرد و خشک ، نمونه موردی : شهر تبریز"، علوم و تکنولوژی محیط زیست ، شماره سه ، صفحه ۱۰۹ تا ۱۱۱.
- ۷- صابری ا، ۱۳۸۰، معماری با حداقل انرژی ویک واحد تحقیقاتی، مجله معمار ش ۱۲: ۴.
- ۸- مفیدی، م، (۱۹۹۸) ، طراحی شهری، رساله دکترا، دانشگاه شفیلد، انگلستان، ص ۸۱ - وکیلی نژاد ر، ۱۳۷۸، نماهای شیشه ای هوشمند، مجله معمار ش ۶۳: ۹۸-۹۶.
- ۹- ویلسون م، ۱۳۸۶، نانوتکنولوژی، علم پایه وتکنولوژی نوظهور، ترجمه وطن خواه ، چاپ سوم، تهران، انتشارات طراح، ۳۶۴ صفحه.
- 10- Loveday DL' Virk GS' Cheung JYM' Azzi D (1997) Intelligence in buildings. The potential modeling. Autom. Constr. 6:447-461.
- 11- -Sherif Mohamed Sabry Elattar' Accepted 21 January (2013). Smart structures and material technologies in architecture applications. 1512-1521.
- 12- -Addington M, Daniel LS (2005). Smart materials and technologies for the architecture and design professions, Elsevier, Architectural Press, UK.
- 13- -Wang ZL, Kang GZC (1998). Functional and Smart Materials -Structural evolution and structure analysis. Institute of Technology, Plenum, New York
- 14- -Ríos-Moreno GJ, Trejo-Perea M, Castañeda-Miranda R, Hernández-Guzmán VM, Herrera-Ruiz G (2007). Modelling temperature in intelligent buildings by means of autoregressive models. Autom Constr. 16(5):713-722.
- 15- www. Chbmet ir
- 16- www.solarenergy.com

## **Exploitation smart materials and double-thickness facade with sustainable climate attitude**

**(Intance sample:Farokhshahr Chaharmahal bakhtyari)**

**Arjmandnia Atefe<sup>\*1</sup>,**

M.A. University student OF Architecture, Iran, Ardestan Azad university<sup>\*1</sup>

*Atefeharjmandnia91@yahoo.com*

### **Abstract**

In pre modern era human belived that he was united with nature around , but when technology and industry development, he become inattentive about nature and energy resources. In recent several

Decades some materials were utilized as smart materials, one of them is nanotechnology, smart materials are designing in their nano size.

Double-thickness facade have many fancies coordinated with sustainable goals, this project carried out according to sustainable climate attitude in cold and dry situation in farokhshahr in chaharmahal because of its climate is susceptible for using smart materials and double-thickness facade. In this project was selected library and in field method for study. If this method were efficacious, it would decrease using fossil fuel and consequencely would decrease pollution.

**Kye words:** sustainable climate, smart materials, double-thickness facade, cold and dry situation.