Archive of SID

International Conference on
Modern Research in Civil Engineering,
Architectural & Urban Development
November 26, 2015
IRIB International Conference Center – Tehran
ISC ISI

کنفرانس بین المللی
پژوهش های نویـن در عمران، معماری و شهرسازی
۵ آذر ماه ۱۳۹۴ / تهران- مرکز همایش های بین المللی صدا و سیما

بهره گیری از مصالح هوشمند در ارتقای سطح پایداری نمای ساختمان ها

سید عباس یزدانفر[۱]، فرزانه احراری*[۲]، الیا ابراهیمی[۳]

۱- عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران (yazdanfar@iust.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علم و صنعت ایران (lawkeno@yahoo.com)

۳- کارشناس ارشد رشته تکنولوژی از دانشگاه هنر اسلامی تبریز(el_eb2@yahoo.com)

چکیده

امروزه توسعه پایدار یک ضرورت اجتناب ناپذیر بوده و به منزله فرآیندی است که طی آن نیازهای کنونی جامعه تامین شده بدون آنکه توانایی نسل های آینده برای تامین نیازهایشان تحت تاثیر قرار گیرد. یکی از ابعاد مهم این فرآیند بعد زیست محیطی بوده که تحت عنوان طراحی پایدار به معرفی شاخصه های پایداری در حوزه ساخت و ساز می پردازد. با توجه به اهمیت موضوع متاسفانه همچنان در ایران ساختمان هایی ساخته می شوند که اصول طراحی پایدار در عناصر مختلف آن نادیده گرفته شده است. نما به عنوان یکی از اساسی ترین عناصر بنا، مهمترین رابط بین ساختمان و محیط پیرامونش بوده و می تواند نقش موثری را در ایجاد این پایداری داشته باشد. به منظور نیل به این هدف، فناوری ها و سیستم های مختلفی به کار گرفته شده که با پیشرفت تکنولوژی نیازمند بروز رسانی می باشند. از جمله این پیشرفت ها می توان به مصالح هوشمند اشاره کرد بطوریکه با دریافت و پردازش رویدادها و اطلاعات محیطی و توسط خواصی چون وفق پذیری، بهگزینی، عملکرد سریع، عملکرد خودکار و بی واسطگی قادرند نسبت به محیط واکنش مناسب نشان دهند. در این مقاله ضمن توصیف معماری هوشمند و جایگاه آن در نمای ساختمان ها، به معرفی مصالح هوشمند و بررسی تطبیقی آن با ساختمان های موجود پرداخته می شود تا گامی در جهت استفاده از این راهکارها در نمای ساختمان و برطرف کننده ی نیازهای پایداری باشد.

واژه های کلیدی: توسعه پایدار، طراحی پایدار، مصالح هوشمند، نمای ساختمان.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

طبیعت و محیط زیست سیستم منظم و پیچیده ای است، آنچنان که بر هم خوردن نظم بخشی از آن اثرات جبران ناپذیری بر جای می گذارد. بی توجهی به محیط زیست توسط انسان باعث ایجاد مشکلات عدیده ای در آن می شود. امروزه با گسترش آلودگی شهرها و همچنین بی توجهی به بهینه سازی و صرفه جویی مصرف انرژی، اثرات مخرب بر این سیستم رو به افزایش است. تحقیقات نشان می دهد که بیش از ۴۰ در صد انرژی مصرف شده و حدود ۵۰ در صد انتشار گاز دی اکسید کربن، در بخش ساختمان بوجود می آید. لذا بکارگیری اصول طراحی پایدار محیطی در طراحی معماری بنا ضروری به نظر می رسد.

نمای ساختمان از آنجایی که تنها عنصر جدا کننده محیط بیرون از داخل ساختمان و اولین تبادل کننده انرژی بناست، توجه به طراحی آن هم به لحاظ زیبایی و هم از نظر بهینه سازی و صرفه جویی از مصرف انرژی تاثیر بسزایی در عملکرد پایداری ساختمان می گذارد.

معماری هوشمند در سال های اخیر بصورت فزاینده ای رشد داشته است. هوشمندی با پیشرفت تکنولوژی کم کم به یکی از مسائل اساسی و عنصر جدایی ناپذیر در عرصه معماری و ساخت و ساز بسیاری از بناهای امروزی تبدیل شد؛ آنچنان که کاربرد آن در اکثر اجزای ساختمانهای مدرن و با اهمیت۱؛ از اعضای سازه ای و درونی بنا گرفته تا پوسته خارجی آن، دیده می شود. بطور کلی سیستم های هوشمند، فضاهای معماری می باشند که قادرند خود را با تغییرات مورد نیاز مطابق سازند. به نظر می رسد یکی از راه های رسیدن به طراحی پایدار نما استفاده از هوشمند سازی است. پوسته هوشمند۲ پوششی با توانایی تغییر ویژگی های ترموفیزیکی تکامل یافته است که با بوجود آمدن تغییرات محیطی اطراف در ویژگی های بصریش تغییر ایجاد می کند.

لذا در این مقاله، معرفی مصالح هوشمند و عملکرد آنها و مهمتر از آن نحوه بکارگیری و رفتار آنها در پوسته های ساختمانی (به منظور دستیابی به پایداری محیطی) هدف اصلی می باشد. امید است که شناخت مصالح هوشمند به صورت عملی ما معماران را در بکارگیری این مصالح که مهمترین مزیت آنها بهینه سازی و مدیریت هوشمند انرژی است، ترغیب نماید. در این راستا از طریق مطالعه مصالح هوشمند و بررسی تطبیقی با ساختمان های موجود، به ارائه راهکارهایی جهت استفاده آنها در نمای ساختمان ها می پردازد.

معماری پایدار

پایداری

واژه " پایداری" همراه با واژه " توسعه پایدار" امروزه در سه مبحث کلی اقتصاد، جامعه انسانی و فرهنگ و محیط زیست کاربرد دارد و تصمیماتی در این حوزه معتربرترند که به نسبتی به نقطه مشترک این سه نزدیک شوند (احمدی، ۱۳۸۲). دهخدا پایداری را به معنای با دوام و ماندنی آورده است. (دهخدا: ۴۷) در این چند دهه اخیر واژه " پایداری" با معنای«آنچه که می تواند در آینده تداوم یابد» کاربرد پیدا کرده است(بحرینی و مکنون؛ ۱۳۸۰).

لزوم توجه به پایداری

برای حل مشکلات انرژی قرن حاضر ، مشکلاتی که ۲۰۰ سال پس از صنعتی شدن بوجود آمده اند، باید باید از امروز دست به کار شد، چراکه ضوابط امروز، در طول ۵۰ سال آینده تاثیر خود را نشان می دهند و برای دو نسل آینده مشکل تغییرات آب و هوایی بسیار گسترده تر خواهد شد. بانک عظیم سویس- UBS– در تحقیقی با عنوان « اجتناب از تحولات شدید آب و هوایی۳» نگاه دقیقی به موضوع داشته و بیان کرده است که: "افزایش دمای متوسط سطح کره ی زمین به میزان دو تا سه درجه سانتیگراد بیش از دوران قبل از صنعتی شدن، تاثیرات اجتماعی- اقتصادی شدیدی به دنبال خواهد داشت. یکی از پیامدها، بالا آمدن سطح اقیانوسها و تقلیل فضای قابل زیست است. برای جلوگیری از تحولات آب و هوایی فاجعه بار، انتشار

---

۱ از لحاظ نوع کاربری و تعداد استفاده کنندگان از آن

۲ ایده پوسته ساختمان با شخصیت های متنوع اولین بار توسط مایکل دیویس در ۱۹۸۱ مطرح شد.

۳ سال ۲۰۰۷

www.SID.ir

Archive of SID

گازهای گلخانه ای باید کاهش یابد و غلظتشان تثبیت شود."(شوارتز، ۱۳۸۶) لذا توجه به موضوع پایداری در تمامی مقوله ها به خصوص در مقوله زیست محیطی بسیار مهم می نماید.

معماری پایدار- طراحی پایدار

کاربرد مفاهیم پایداری در جهت کاهش اتلاف انرژی و آلودگی محیط زیست در معماری، مبحثی به نام " معماری پایدار" را باز کرده است. بالا بردن بازده انرژی کل دوران استفاده ساختمان مهم ترین هدف معماری پایدار است (محمودی و نیکقدم، ۱۳۸۷: ۲۹).طراحی پایدار نیز به معنای نوعی دخل و تصرف در محیط است که تلاش می کند تا راه حلهایی را ابداع نماید که با اهداف محیطی، اجتماعی و اقتصادی، در یک نگاه کل نگر و به تعادل رسیده و بتواند کیفیت بهتری به زندگی انسانها در نسل کنونی ببخشد (احمدی، ۱۳۸۲).

طراحی پایدار زیست محیطی

از آنجا که دغدغه اصلی پایداری توجه به شرایط محیطی است، طراحی پایدار محیطی، نوعی نزدیک شدن به محصول طراحی بوده و در حوزه معماری اهمیت بیشتری دارد(احمدی، ۱۳۸۲). هدف طراحی پایدار زیست محیطی دستیابی به آسایش بصری و حرارتی در ساختمان با استفاده از منابع و ذخایر طبیعی انرژی از طریق معماری است(یاناس، ۱۳۸۹).

اصول طراحی پایدار زیست محیطی

به طور کلی معیارهایی که یک ساختمان پایدار باید از آنها بر خوردار باشد به قرار زیر است. همچنین هر چقدر این معیارها در طرح ارائه شده بیشتر رعایت شده باشد، آن طرح پایدار تر خواهد بود:

به حداکثر رساندن آسایش انسان۴

انعطاف پذیری۵

صرفه جویی در مصرف انرژی۶

استحکام و سادگی (یاناس، ۱۳۸۹)

سازگاری با تغییرات آب و هوایی۷

هماهنگی با سایت و توجه به ایجاد کمترین تغییرات در زمین

استفاده از مصالح قابل بازیافت ، حفاظت از طبیعت و کاهش تولید سموم۸ (محمودی و نیکقدم، ۱۳۸۷: ۲۹)

جمع بندی

بطور کلی، توجه به پایداری یکی از ملزومات عصر حاضر است. همچنین نمای هر ساختمان مرز جداکننده سرپناه از محیط بیرون بوده و اولین عضو بناست که با بیرون تماس پیدا میکند، لذا بیشترین اتلاف انرژی را داراست و مهمترین بخش از بناست که می تواند شرایط آسایش داخلی و مطلوب را برای انسان فراهم کند. بنابراین در این مقاله سعی بر اینست با تکیه بر اصول پایداری زیست محیطی و توجه ویژه به نمای ساختمان به هدف مورد نظر دست یافت.

---

[۴] به واسطه: جذب نور روز، منظر دلپذیر، کیفیت مناسب هوا، عایق صوتی مناسب، کنترل مناسب دما، کنترل دلخواه رطوبت، مراقبت های موثر کیفیتی و پیش بینی های لازم ایمنی، کنترل مناسب انسانی. (احمدی، ۱۳۸۲)

[۵] طراحی ساده و مدولار، که خود رابتواند با توسعه و افزایش نیازمندی ها وفق دهد، ایجاد سهولت جهت تغییر نقشه و کارکردها در درون بنا. (احمدی، ۱۳۸۲)

[۶] با استفاده از حداکثر انرژی های مجانی، مانند نور روز، گرمای خورشید، باد، کنترل تغییرات دما، با عایق کاری حرارتی مناسب، روشهای موثر و مناسب کنترل و نظام های کارآمد ساختمانی و به کارگیری گیاهان. (احمدی، ۱۳۸۲)

[۷] واکنش پویای ساختمان (به تغییرات محیطی مانند درجه حرارت و نور) (یاناس، ۱۳۸۹)

[۸] عدم تولید و نشر گازهای گلخانه ای(سروش ۱۳۸۹)

www.SID.ir

Archive of SID

هوشمندسازی

معماری هوشمند

"معماری هوشمند پویاست؛ بدین معنا که پارامترهای عملکردی اصلی خود را با توجه به نیاز، تقاضا و شرایط متغیر و پویا تغییر می دهد. یک معماری هوشمند همچنین مانند سامانه زنده ای قادر به تجربه اندوزی و استفاده از تجارب در شرایط جدید است."(مفیدی و روشن ضمیر، ۱۳۸۸).

وظیفه اصلی معماری هوشمند

با توجه به اینکه اساس معماری هوشمند و فعال بر پایه ی تغییرات و هماهنگی با محیط پیرامونش بنا نهاده شده است و این معماری باید مشکلات حاصل از تعامل با محیط را حل نماید؛ می توان به طور کلی محیط را ترکیبی از سه بخش اصلی زیر دانست:

۱-محیط خارج که شامل اقلیم، شرایط ساختگاه، اجتماع و اقتصاد می باشد.

۲-محیط داخل که پوسته ی ساختمان آن را در بر گرفته است و از برنامه ریزی و طراحی تا اجرا را شامل می شود.

۳-کاربران ساختمان که بایستی به رفتارها و سلایق آنها و نیازهای فیزیکی و غیر مادی آنها توجه شود(مفیدی و روشن ضمیر، ۱۳۸۸).

لذا معماری هوشمند می بایست پاسخگوی نیازها و مشکلات مربوط به این سه بخش باشد. از این می توان گفت ویژگی های اصلی یک معماری هوشمند به قرار زیر است:۱- پویایی و فعال بودن-۲- انعطاف پذیری و سازگاری با محیط-۳- واکنش پذیری و پاسخده بودن (مفیدی و روشن ضمیر، ۱۳۸۸).

جایگاه هوشمندسازی در نمای ساختمان ها

تاریخچه استفاده از نماهای هوشمند: بطور کلی نمای هوشمند این مفهوم را در بر دارد که تار و پود یک ساختمان می تواند ساکن نباشد، بلکه ممکن است به منظور کاهش نیاز به انرژی در ساختمان و نظایر آن، بصورت دینامیکی تغییرپذیر باشد (Wigginton, 2002:23). کلمه ی هوشمند اولین بار برای توصیف ساختمان های دهه ۱۹۸۰ استفاده شد و جهت اشاره به توانایی های یکسان در مصالح، سازه ها و ساختمان ها بکار رفت(ibid:20).

ایده پوسته ساختمان با شخصیت های متنوع برای اولین بار توسط مایکل دیویس در ۱۹۸۱ مطرح شد. در حال حاضر پوسته هوشمند به پوششی با توانایی تغییر ویژگی های ترموفیزیکی تکامل گفته می شود که بین شفافیت و مات بودن عوض شده، رنگ و ویژگی های بصریش تغییر می کند. این تغییرات می تواند با عناصر فیزیکی متصل به پوسته هوشمند و یا با مصالحی با ویژگی های متنوع نیز بوجود آید (ibid:30). البته امروزه علاوه بر مصالح، استفاده از مکانیزم ها و سیستم های هوشمند نیز در هوشمند سازی نماها نقش عمده ای بر عهده دارد.

وظیفه نماهای هوشمند

یک ساختمان هوشمند می بایست از ویژگی های انسانی که به او توانایی آموختن، تطابق پذیری و پاسخ دهی غریزی به محیط پیرامونش را می دهد؛ برخوردار باشد تا آسایش و استفاده بهینه از انرژی در شرایط داخلی را تامین نماید (Wigginton, 2002:23).نمای ساختمان برای این که دارای صفت هوشمندی شود، می بایست دو صفت اصلی تغییرپذیری و مهارت دانستن را در خود بپروراند (امیر هدایی، ۱۳۹۲: ۳۳).

-تغییر پذیری: در این زمینه می توان به ایده ی پوسته ی چند عملکردی مایکل دیوس با قابلیت های هم زمانی از جمله تغییرمشخصات فیزیکی، تابنده، بازتابنده، فیلتر و ابزار انتقال اشاره نمود. تمامی این قابلیت ها، یا بواسطه ی نصب عناصر فیزیکی متصل به پوسته ی هوشمند و یا در سطح نانومتریک بوسیله ی استفاده از مصالحی که تا اندازه ای از ویژگی تغییرپذیری برخوردارند، امکان پذیر می گردد (امیر هدایی، ۱۳۹۲: ۳۳و۳۴).

www.SID.ir

Archive of SID

-مهارت دانستن: یک نمای هوشمند می بایست بداند در چه زمانی و چرا باید واکنش خاصی را اعمال نماید. این پوسته ی هوشمند باید مهارت درک شرایط، توانایی تنظیم و سازگاری خود را در مواجهه با تغییرات پیش آمده در جهت ارائه ی پاسخ بهینه به شرایط اقلیمی دارا باشد (امیر هدایی، ۱۳۹۲: ۳۴).

-عملکردهای نماهای هوشمند: دسته بندی عملکردهای مختلف نماهای هوشمند بصورت زیر می باشد:

افزایش نور روز و به حداکثر رساندن نور روز، حفاظت در برابر خورشید، عایق بندی، تهویه، جمع آوری و استفاده از گرما و نیز تولید الکتریسیته، رانش گرما، کاهش صدای عبوری، بهره برداری از تفاوت فشار (امیر هدایی، ۱۳۹۲: ۳۴)

انواع نماهای هوشمند

- نما با مواد و مصالح هوشمند: در این گونه نماها هوشمند سازی از طریق استفاده از مواد و مصالح هوشمند در نما صورت می پذیرد.

-نما با سیستم ها و مکانیزم های هوشمند: در این گونه نماها با بهره گیری از ابزارهای متفاوت از جمله حسگرها به جمع آوری اطلاعات و ذخیره سازی آن ها پرداخته و سپس از طریق سیستم های کامپیوتری پردازش و تحلیل این اطلاعات صورت می پذیرد. در آخر نیز پاسخ مناسب به تغییرات محیطی توسط دستگاه های خروجی در نما اعمال می گردد. استفاده از انواع مکانیزم ها برای تهویه و نورگیری مناسب در این دسته بندی جای دارد.

مصالح هوشمند

تعریف مواد و مصالح هوشمند

ناسا مواد هوشمند را بصورت موادی تعریف می کند که "قابلیت به خاطر سپردن ساختارهایی را دارند و تحت تاثیر محرک های خاصی از آن ها تبعیت می کنند۹." دائره المعارف فن آوری شیمی تعریف کاملتری ارائه داده است: "ساختارها و مواد هوشمند پدیده هایی هستند که رویدادهای محیطی را حس می کنند، اطلاعات حسی را مورد پردازش قرار می دهند و سپس بر محیط اثر می گذارند." (آدینگتون، اسکودک ، ۱۳۸۹:۸). با توجه به تعاریف بالا می توان بیان داشت که مواد هوشمند در واقع موادی هستند که تغییرات بوجود آمده در محیط پیرامون را حس کرده، آنرا پردازش می کنند و سپس با اطلاعاتی که در ساختارشان ذخیره شده واکنش هایی از خود بروز می دهند.

انواع مصالح هوشمند

مواد نوع اول (تغییر خاصیت دهنده)

"موادی هستند که در واکنش مستقیم به تغییر محرک بیرونی، بعضی از خواص شیمیایی، مکانیکی، الکتریکی، مغناطیسی یا گرمایی شان تغییر می کند." (آدینگتون، اسکودک ، ۱۳۸۹:۱۳) این مواد بیشترین قابلیت کاربرد در حوزه های معماری را دارا می باشند.

مواد نوع دوم (تبادل کننده ی انرژی)

"موادی را شامل می شود که، حالت انرژی را از یک شکل به شکل دیگر تبدیل می کنند." (آدینگتون، اسکودک ، ۱۳۸۹:۱۳) این نوع واکنش ها می توانند بصورت رایانه ای کنترل و اصلاح شوند. (همان:۲۷)

مواد نوع سوم (بازگشت پذیر یا جهت دار)

بسیاری از مواد متعلق به دو گروه بالا، دارای یک ویژگی های بازگشت پذیری یا دو سویه بودن می باشند. اکثر مواد مبدل الکتریسیته میتوانند حالت انرژی خروجی و ورودی خود را معکوس سازند. به عنوان مثال، برخی از مواد پیزوالکتریک، با اعمال کشش، جریان الکتریکی تولید می دهند و یا تبادل انرژی می کنند (آدینگتون، اسکودک، ۱۳۸۹:۷۴).

---

[۹] در این تعریف، به ماده به عنوان یک ماهیت اشاره می شود که با ساختار مولکولیش قابل شناسایی و ارزیابی است. (آدینگتون، اسکودک ، ۱۳۸۹).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- نمونه های انواع مواد هوشمند متفاوت نسبت به محرک های ورودی و خروجی

نوع ماده هوشمند	ورودی	خروجی	سایر
نوع اول تغییر خاصیت دهنده			
ترموکرومیک ها	اختلاف دما	تغییر رنگ	حرارت جذب می کنند و این امر به واکنش های شیمیایی و یا تغییر فاز منجر می شود. موارد استفاده: به عنوان نوارهای دماسنج رایجی که بر روی پیشانی افراد قرار می دهند به گونه ای طراحی شده اند که به سطوح خاصی از دما حساس باشند.
فوتوکرومیک ها	تابش (نور)	تغییر رنگ	انرژی الکترومغناطیسی موجود در محدوده ی ماوراء بنفش را جذب می کنند تا یک تغییر خاصیت درونی ایجاد شود
مکانوکرومیک ها	تغییر شکل	تغییر رنگ	خواص بصری در اثر فشار یا تغییر شکل های وابسته به نیروهای خارجی، تغییر می کند.
کموکرومیک ها	تراکم شیمیایی	تغییر رنگ	ویژگی هایشان نسبت به محیط های شیمیایی متفاوت حساس می باشد
الکتروکرومیک ها	اختلاف پتانسیل الکتریکی	تغییر رنگ	با فعال شدن به صورت الکتریکی ، تغییر رنگ می دهند
کریستال های مایع	اختلاف پتانسیل الکتریکی	تغییر رنگ	
ذرات معلق	اختلاف پتانسیل الکتریکی	تغییر رنگ	
الکترورئولوجیکال	اختلاف پتانسیل الکتریکی	سختی / چسبندگی	
مگنتورئولوجیکال	اختلاف پتانسیل الکتریکی	سختی / چسبندگی	
نوع دوم مبدل انرژی			
الکترولومینسنت ها	اختلاف پتانسیل الکتریکی	نور	واژه ی لومینسنس در کل به تابش نور حاصل از برخورد انرژی اشاره دارد
فوتو لومینسنت ها	تابش	نور	
کمو لومینسنت ها	ترکم شیمیایی	نور	
ترمو لومینسنت ها	اختلاف دما	نور	
دیودهای منیر	اختلاف پتانسیل الکتریکی	نور	
فوتوولتائیک ها	تابش (نور)	اختلاف پتانسیل الکتریکی	
نوع سوم بازگشت پذیر			
پیزوالکتریک	تغییر شکل	اختلاف پتانسیل الکتریکی	جزء اصلی انواع میکروفن ها و بلندگوها و ... در آن اعمال نیروی مکانیکی یک تغییرشکل و به دنبال آن یک ولتاژ الکتریکی تولید می نماید و یا بالعکس.
پیروالکتریک	اختلاف دما	اختلاف پتانسیل الکتریکی	
ترمورالکتریک	اختلاف دما	اختلاف پتانسیل الکتریکی	
الکترورستریکتیو	اختلاف پتانسیل الکتریکی	تغییر شکل	

www.SID.ir

Archive of SID

مگنتورستریکتیو	میدان مغناطیسی	تغییر شکل	
الکترو- اپتیکال	اختلاف پتانسیل الکتریکی	تغییر دما	
دیکروییک	تابش (نور)	تغییر رنگ	یک ماده ی دیکروییک به واسطه ی زاویه ی نورتابشی یا زاویه ی بیننده، در برابر بیننده رنگ های متغیر از خود نشان می دهد

منبع: آدینگتون، اسکودک ، ۱۳۸۹:۷۵

جمع بندی

پوسته بیرونی بنا مهمترین و تاثیر گذارترین بخش از بنا در میزان مصرف انرژی ساختمان است. این نماست که زیبایی ظاهری به بنا بخشیده و همانند لباسی نشان دهنده شخصیت و شانیت اوست. نما علاوه بر زیبایی وظایفی از قبیل: جلوگیری از تبادل حرارتی با محیط بیرون، جلوگیری از ورود اشعه های زننده خورشید و ذخیره کردن انرژی را بر عهده دارد. امروزه مشاهده می شود مصالح متداول عمدتا پاسخگوی نیازهای اساسی نما نبوده بطوریکه در طول زمان هزینه های زیادی را از لحاظ مصرف انرژی بر ساختمان تحمیل می کند. با توجه به مطالب گفته شده در فصل هوشمندسازی، به نظر می رسد مصالح هوشمند می تواند پاسخگوی کاستی های مصالح متداول باشد.

نمونه های موردی

جدول ۲- نمونه های نما با مواد و مصالح هوشمند

ساختمان/ طراح	نوع مصالح هوشمند	سیستم هوشمندسازی	**تصویر**
پروژه مرکز اسناد (۲۰۰۴) مسابقه معماری هینزرت آلمان	استفاده از مصالح هوشمند تغییر شکل دهنده: مصالح منبسط شونده (TEM) با ترمیستور PTC استفاده از مصالح هوشمند تولید کننده الکتریسیته: لایه باریکی از سلولهای خورشیدی	نمای این ساختمان حالت متحرک و پویا دارد و می تواند مقادیر متغیری از نور خورشید را به داخل ساختمان بفرستد. استفاده از لایه نازک سلولهای خورشیدی در کنار مصالح دما-واکنشی این امکان را فراهم می کند تا به صورت خودکار، میزان اشعه نور ورودی به ساختمان کنترل شود. برای محدود نمودن تاثیرات انرژی گرمایی و برای اطمینان از اینکه اشعه نور تنها محرک کنترل کننده می باشد، اجزای دما-واکنشی به این سیستم عایق گرمایی اضافه شده اند. همزمان ورقه های مستقر در گوشه ی نما نیز نیز به سمت بخش بیرونی که بیشترین میزان تابش وجود دارد حرکت نموده و سلولهای خورشیدی و کلکتورهای موجود در بام، ایده انرژی محوری این پروژه را تکمیل می نمایند (گرجی مهلبانی و حاج ابوطالبی، ۱۳۸۸: ۷۲-۷۱). (جلوگیری از ورود اشعه های زننده، جلوگیری از تبادل حرارتی با بیرون)	(Ritter,2007)
اداره مرکزی کمپانی شانل (۲۰۰۴) پیتر مارینو توکیو ژاپن	استفاده از مصالح هوشمند تغییر رنگ دهنده: شیشه های الکترواپتیکال استفاده از مصالح هوشمند ساطع کننده نور:	این ساختمان بخاطر سیستم طراحی خاص آن قادر است نماهای متفاوتی از خود در طول شبانه روز به نمایش بگذارد . این نما از چندین لایه عملکردی تشکیل شده ، در جدار بیرونی آن از نوعی شیشه خاکستری استفاده شده که با اتصال به قابهای آهنی ضد زنگ کناری و سازه لوزی شکل لانه زنبوری، به بنا ظاهری آراسته و زیبا می دهد. قشر بعدی یک لایه فضای خالی است و بعد از آن لایه قابل تنظیم الکترواپتیک تعبیه شده است و در نهایت جدار داخلی بناست که از یک نوع شیشه با لایه ایمنی از دو طرف تشکیل شده و یک ریل آلومینیومی افقی از مقابل آن عبور می کند که بر روی آن دو ردیف لامپهای LED سفید	(Ritter,2007)

www.SID.ir

Archive of SID

	سیستم لامپهای LED	جایگذاری شده است. در این سیستم در طول روز شیشه الکترواپتیک و به دنبال آن کل نما حالت شفاف دارند . منظری که در داخل بنا ایجاد می شود غیرقابل تصور است. در طول شب شیشه حالت مات به خود گرفته و نما پوششی مانند یک پرده سینما ایجاد می کند. در این نما می توان تصاویر را بخوبی پرده نمایشی سینما مشاهده نمود (گرجی مهلبانی و حاج ابوطالبی، ۱۳۸۸: ۷۵-۷۴). (تنوع و زیبایی و عملکرد نما)	
مجتمع مسکونی سوئیس (۲۰۰۴)	استفاده از مصالح هوشمند ذخیره کننده انرژی گرمایی : شیشه های عایق سازی شده با مصالح PCM (هیدرات نمک) مدیریت هوشمند انرژی خورشید	در این پروژه از هیدرات نمک به عنوان مصالح تغییر حالت دهنده که به عنوان مصالح هوشمند ذخیره کننده انرژی شناخته می شوند استفاده شده است. معماران ساختمان طرح جدیدی از یک سیستم شیشه ای عایق و ذخیره کننده حرارت که با هیدرات نمک پر شده را طراحی نمود و آن را در نمای جنوبی این مجموعه در مساحتی حدود ۱۴۸ مترمربع نصب نمود . طرز کار این سیستم به این ترتیب است که در تابستان اشعه خورشید توسط پانلهای منشوری به بیرون بازگردانده می شود و در زمستان اشعه خورشید که دارای زاویه کمتری است از سیستم نما عبور کرده و علاوه بر گرم نمودن فضای داخل، باعث گرم شدن پانل های تغییر حالت دهنده نیز می شود. این گرما هیدرات نمک را از حالت جامد به مایع تبدیل کرده و گرمای حاصله به صورت گرمای نهانی در سیستم ذخیره می شود. زمانی که حرارت اتاق از ۲۶ درجه سانتیگراد پایین تر می آید مثلا در طول شب یا روزهای ابری آنگاه هیدرات نمک متبلور شده و انرژی گرمایی ذخیره شده خود را در اتاق آزاد می کند. مزیت دیگر این سیستم این است که وضعیت شارژ بودن یا نبودن این سیستم ذخیره کننده حرارت از ظاهر بصری آن قابل مشاهده است به این ترتیب که اگر نما مات به نظر برسد بنابراین هیدرات نمک شارژ نشده است؛ یعنی ذخیره حرارتی ندارد و اما اگر نما حالت شفاف یا نیمه مات داشته باشد هیدرات نمک در نما شارژ بوده و ذخیره حرارتی آن پر است (گرجی مهلبانی و حاج ابوطالبی، ۱۳۸۸: ۷۸-۷۷). (ذخیره کننده انرژی، جلوگیری از ورود اشعه های زننده)	(Ritter,2007)
آپارتمان مسکونی-تجاری اتریش (۲۰۰۴) آلبرت ویمر وین اتریش	استفاده از مصالح هوشمند دارای قابلیت تغییر و مبادله مواد درونی: پوشش خود پاک شونده (TiO 2)	در این ساختمان از مصالح هوشمند دارای قابلیت تغییر و مبادله مواد درونی استفاده شده است. یک نمونه در این دسته از مصالح هوشمند که به مصالح خود پاک شونده معروفند، دی اکسید تیتانیوم است. این ماده دارای خواص و ویژگی های منحصر به فردی است؛ به طوری که به هنگام قرارگیری در معرض اشعه ماورای بنفش نور خورشید، به یک ماده بشدت فعال و واکنش پذیر تبدیل می شود. واکنش پذیر شدن و فعالیت شیمیایی شدید این ماده در مجاورت اشعه ماورای بنفش، می تواند از چسبیدن باکتری ها و کثیفی ها بر روی دیوارها و ساختمان ها جلوگیری کند و سبب می شود تا این آلودگی ها با بارش یک باران، به آسانی از روی دیوارها شسته و پاک شوند (گرجی مهلبانی و حاج ابوطالبی، ۱۳۸۸: ۸۰). (صرفه جویی در مصرف هزینه)	(Ritter,2007)

www.SID.ir

Archive of SID

هتل هبیتات (۲۰۰۷) بارسلونا اسپانیا	استفاده از مصالح هوشمند ساطع کننده نور: LED و سلولهای خورشیدی	مصالحی که در این هتل که در اسپانیا واقع است استفاده شده اند از نوع مصالح هوشمند ساطع کننده نور می باشند. یک جنگل با برگهای مصنوعی پوسته خارجی این هتل را تشکیل می دهد. نمای بیرونی آن همان نمای شیشه ای مرسوم می باشد که توسط شبکه فلزی که بر روی آن انبوهی از برگهای مصنوعی الکترونیکی قرار دارد، پوشیده شده است. بر روی هر یک از این برگها که هر یک ۲۵ سانتیمتر قطر دارند، سلولهای خورشیدی نصب شده است . انرژی الکتریکی که در طول روز توسط این سلولها تولید می شود موقتاً در یک مخزن ذخیره شده و در شب توسط یک پردازشگر به سوی LED ها هدایت می شود و آن ها نیز این انرژی را به صورت نور هفت رنگ از خود منتشر می کنند. بنابراین انرژی لازم برای نورپردازی این بنای بزرگ تماماً توسط انرژی خورشید ی تامین می شود. لازم به ذکر است که میزان درخشندگی و رنگ نورهایی که تولید می شود بسته به فصل، شب و روز و شرایط انرژی موجود تغییر می کند (گرجی مهلبانی و حاج ابوطالبی، ۱۳۸۸: ۷۶). (ذخیره کننده انرژی، زیبایی)	(Ritter,2007)

نتیجه گیری

معماری دنیای امروز توجه ویژه ای به مقوله پایداری و صرفه جویی در مصرف انرژی در زمینه های مختلف به خصوص در بخش زیست محیطی دارد، از طرفی نمای ساختمان اولین و مهمترین رابط بین ساختمان و محیط پیرامونش است، لذا پرداختن به عناصر و اجزای آن به منظور نیل به این هدف مهم می نماید. با توجه به مطالب و نمونه ساختمان های ذکر شده در این مقاله، می توان به این نتیجه رسید که استفاده از مصالح هوشمند در نمای ساختمان ها ،با توجه به نوع و موارد مصرف آن؛ مزیت های زیر را داراست:

۱-صرفه جویی در مصرف انرژی-۲- صرفه جویی در هزینه های وارده بر ساختمان-۳- جلوگیری از ورود اشعه های زننده-۴- ایجاد تنوع و زیبایی

تنها می بایست این موضوع را متذکر شد که استفاده از این مصالح با توجه به هزینه اولیه بالای آن نسبت به مصالح رایج نما در بناهایی توصیه می شود که مصرف انرژی در آنها بالاست مانند برج ها، بیمارستان ها، ساختمان های بلند و ... همچنین بهتر است این مصالح در بخش هایی از نما استفاده شود که اتلاف انرژی در آنها بیشتر است مانند بازشوها، درزها و ...

منابع

آدینگتون، دی. میچل، اسکودک، ال. دانیل، ۱۳۸۹، مصالح هوشمند و فناوری های جدید، ترجمه شیما روشن ضمیر، مرتضی فرهادیان دهکردی، اصفهان: خاک.

احمدی،فرهاد ، ۱۳۸۲، معماری پایدار، فصلنامه معماری و شهرسازی آبادی، شماره ۴۰-۴۱.

امیر هدایی، الناز، ۱۳۹۲، مروری بر مفهوم و عملکرد نمای هوشمند. معماری و فرهنگ. شماره ۵۱. ۳۲-۳۴، تهران.

بحرینی، سید حسین و مکنون، رضا، ۱۳۸۰، توسعه شهری پایدار : از فکر تا عمل ، فصلنامه محیط شناسی، ۲۷۰.

حقیقی بروجنی، سمر، ۱۳۸۹، تحمیل معماری به مسیر پایدار، فصلنامه معماری و شهرسازی آبادی، شماره ۶۸.

سروش، علی، ۱۳۸۹، سامانه های ارزیابی ساختمان پایدار، مجله معماری و شهرسازی، شماره ۱۰۱، ۷۴ .

شوارتز،دیتریش، ایزدی،آزیتا، ۱۳۸۷، بناهای پایدار، معمار، ، شماره ۴۸.

گرجی مهلبانی، یوسف، حاج ابوطالبی، الناز. ۱۳۸۸. مصالح هوشمند و نقش آن در معماری، مسکن و محیط روستا، شماره ۱۲۷، صفحات ۸۰-۷۱، تهران: بنیاد مسکن انقلاب اسلامی.

www.SID.ir

Archive of SID

محمودی، محمد مهدی و نیکقدم، نیلوفر،۱۳۸۷، کاهش آلودگی های محیطی ناشی از توسعه مسکن با راهکارهای طراحی معماری، مجله هنرهای زیبا، شماره ۳۵.

مفیدی، مجید و روشن ضمیر، شیما، تابستان ۸۸، پوسته هوشمند، فصلنامه معماری و شهرسازی آبادی. ۶۳.

یاناس، سیموس، ۱۳۸۹، نحوه آموزش طراحی پایدار زیست محیطی، مجله معماری و شهرسازی، شماره ۱۰۱ ، ۳۰.

Wigginton, M., Harris, J. 2002. Intelligent Skins. England: Architectural Press.

DEFRA. 2003. Achieving a Better Quality of Life Review of progress towards sustainable development, Government Annual Report 2002, London: Development for the Environment, food and Rural Affair.

Ritter, Axel, 2007. "Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design", Birkhauser, Switzerland.

World Commission on Environment and Development. 1987. Our Common Future Oxford University Press.

www.SID.ir