فناوری های نوآورانه ی مصالح هوشمند در معماری؛ با رویکرد الگوهای نو آورانه ی طراحی

محمدصادق خاجی*[۱]، یحیی امیری نژاد[۲]
دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه سوره*[۱]، داشجوی دانشکده معماری و شهرسازی سوره[۲]
Email: mohamade1404@gmail.com* ,[1]yahya1995.amiri@yahoo.com [2]

چکیده
فناوری مصالح هوشمند راهی برای برتری در رقابت قرن ۲۱ هستند. مصالح متنوع ساختمانی به طور قابل توجهی سطح عملکرد را بالا می برند. "مصالح هوشمند" نقش حیاطی را در توسعه فناوری بازی خواهند کرد. این مواد که بخشی از ساختار یک سیستم را تشکیل می دهند، قابلیت حس کردن آب و هوا را دارند، بنابر این مصالح هوشمند می توانند شبیه به سیستم های زنده اجرا شوند. با دانش بر اینکه تقسیم بندی های سنتی بین مصالح، در دانش و معماری دور افتاده است، این مطالعه قصد دارد تا نشان دهد چگونه این دو زمینه که هنگام پیشرفت همانطور که در آینده پیش بینی می کنیم، وابسته به یکدیگر می شوند و به هم مرتبط هستند. این پژوهش مطالعه ای آنالیزی از انواع مصالح هوشمند موجود که بینش جدیدی به روش ها و تکنیک های نو آورانه که الهامی تازه برای طراحی معماری هستند آماده می کند که در این مطالعه با عنوان " الگوی جدید نو آورانه طراحی " معرفی شده است.
لغات کلیدی: "مصالح هوشمند، سیستم ساختمانی هوشمند، معماری، الگوی طراحی معمارانه"

۱. مقدمه
در واقع ساختمان ها قسمتی از محیط بوده، که باعث بسیاری از آلودگی های محیط هستند. استفاده از مصالح هوشمند نوآورانه به پایداری، کاهش هزینه و حفظ محیط زیست کمک کرده است. فناوری های جدید و مصالح با عملکرد بالا برای پاسخ به این نیاز ها توسعه داده شدند، که راه حل های خلاقانه و نوآورانه ای برای حل مشکلات اساسی به خصوص آسیب های جدی به محیط زیست را ارائه کرده است. همه آنها راه حل هایی پیشنهاد می دهند که به پایداری محیط زیست و یا به حفظ و نگه داری آن بر تفکر طراحی

معمارانه تاثیر گذار خواهند بود، کمک می کند (Sherif M.S.Elattar, 2013: 1516) .هدف اصلی این تحقیق پیدا کردن مدل جدیدی از مصالح هایی با شیوه ای جدید می باشد، که به عنوان مصالح چند منظوره در نظر گرفته شده، که برای طراحی خلاق و ساخت و ساز پایدار نیاز است.

باتوجه به مطالب ذکر شده، این تحقیق بر مصالح های هوشمند متمرکز است که مزیت های جدید همراه داشته باشند و فوایدی در ساخت و ساز و نو آوری های معماری ایجاد کند. این پژوهش ادغام مصالح ها و فناوری و معماری هوشمند را مورد بحث و آنالیز قرار خواهد داد، که معماری را از طریق راه هایی که ما به سختی امروزه می توانیم آن را تصور کنیم تبدیل کند. این امر تغییر الگویی در طراحی و اجرای ساختمانها می آورند، که می توان گفت مصالح های هوشمند انقلاب جدیدی در محیط ساختمانی ما به وجود خواهند آورد. علاوه بر این، این پژوهش نحوه ی به خدمت گرفتن شیوه های طراحی نو آوری معمارانه را توضیح خواهد داد.

این پژوهش با هدف بررسی شرایط مواد هوشمند و تاثیر آن در معماری انجام شده است که برای بررسی نقش و عملکرد مصالح به عنوان یک رویکرد انعطاف پذیر در معماری به منظور کاهش مصرف انرژی می باشد که باعث کاهش آسیب های زیست محیطی از ساخت و ساز می شود.

۱-۱ سوالات و فرضیه های تحقیق

مشکلات بسیاری وجود دارد که بر روی طراحی و ساخت معماری تأثیر منفی می گذارد، که مواد هوشمند ممکن است در موارد زیر کمک کند:

- استفاده از مواد هوشمند مناسب در معماری می تواند بر حفظ محیط زیست تاثیر گذارد.
- استفاده از مواد هوشمند در معماری برای رسیدن به فرم های جدید و روش جدید
- آیا استفاده از مواد هوشمند منجر به کیفیت بهتر معماری پایدار می شود؟
- آیا استفاده از مواد هوشمند ساختمان را در مقابل طبیعت قرار می دهد یا همراه با آن؟

۱-۲ روش تحقیق

با توجه به دیدگاه پیشنهادی تحقیق، از مطالعات تحلیلی استنتاجی برای استفاده از نحوه ی تاثیر مصالح هوشمند بر فرم معماری و برای پاسخگویی به سوالات پژوهش استفاده خواهد کرد. بر اساس هدف این پژوهش، نحوه ی به کارگیری مصالح هوشمند در صنایع ساخت و ساز و ایجاد الگوی خلاق طراحی معماری، با استفاده از روشهای تحلیلی-توصیفی، جنبه های مختلف مواد در ساخت و ساز و معماری را مورد بررسی قرار می دهد و سپس تاثیر آن بر پایداری محیط زیست و کاهش آلودگی را بررسی می کند.

۲. خلق معماری از طریق مصالح ساختمانی

۲-۱ فرایند طراحی معماری

طراحی معماری فرآیند مداوم انتخاب و سازماندهی عناصر، تلاش برای ایجاد یک فضای خلاق است. (Sahar, A. Mohammad, 2013: 56). سیستم های مواد و ساختاری زیر سیستم در این پیکربندی هستند که همه سیستم ها را با یکدیگر مرتبط می کنند. هر دو متغیر بر گسترش فرآیند طراحی به طور کلی و در نتیجه، محصول معماری تاثیر می گذارد. بنابراین، شخصیت فضای معماری بستگی به چگونگی انجام و شکل دادن همه چیز دارد و از این رو با ترکیب ساختاری آن مواد و مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار می گیرد (جدول ۱).

جدول ۱: همبستگی در طراحی ساختمان .(Sahar, A. Mohammad, 2013).

<table>
<tr><th colspan="8">همبستگی در طراحی ساختمان</th></tr>
<tr><th colspan="2">سیستم انسانی</th><th colspan="3">سیستم ساختمانی</th><th colspan="2">سیستم زیست محیطی</th></tr>
<tr><td>اهداف مشتری</td><td>نیازهای مصرف کننده</td><td>محیط داخلی</td><td>تکنولوژی ساختمان</td><td>زمینه ی فیزیکی</td><td>زمینه ی فرهنگی</td></tr>
<tr><td>امنیت</td><td>ارگانیک</td><td>جرم ساختاری</td><td>منابع در دسترس</td><td>اقلیم</td><td>اجتماعی</td></tr>
<tr><td>سود</td><td>محل سکونت (استاتیک / پویا)</td><td rowspan="5">محیط سنسوری (نور پردازی/ کنترل صدا/ گرما/ تهویه</td><td>تجهیزات</td><td>توپوگرافی</td><td>اقتصادی</td></tr>
<tr><td rowspan="5">توانایی تغییر دادن</td><td rowspan="5">فضایی</td><td>سیستم های ساختاری</td><td rowspan="5">محدودیت ها</td><td>تکنولوژیکی</td></tr>
<tr><td>سیستم های خدماتی</td><td>تاریخی</td></tr>
<tr><td rowspan="3">نصب سیستم</td><td>سیاسی</td></tr>
<tr><td>زیبایی شناسی</td></tr>
<tr><td>دینی</td></tr>
</table>

۲-۲ تاثیر مصالح بر معماری

مصالح تشکیل دهنده ی پیکره ی ساختمان؛ انتظار می رود که از فناوری های مدرن بهره برده شود. (Golabchi, M et al, 2011: 45)

ساختمان به طور سنتی تابع شکل مصالحی است که پیکره ی آن را شکل می دهد. در حقیقت، به نظر می رسد که توالی سلسله مراتبی "شکل-ساختار-مصالح" فرایند طراحی سیستم های ساختمان را تحت تاثیر قرار می دهد. اما آیا این امکان وجود دارد که مواد در مرحله طراحی اولیه قرار بگیرند؟

مطالعه ساختار مواد و نقش آن در طراحی خلاق به عنوان موضوع مهم در سطح حرفه ای و آکادمیک تبدیل شده است. درک تاثیر و عملکرد مصالح در طراحی، تبدیل به یک عنصر مهم در دانش معماری و یکی از زمینه های پژوهشی آن شده است. این زمینه های تحقیق همچنین شامل تکنیک های تغییر ساختارهای مصالح هستند(Castle, H, 2010 : 110) .لورن فارللی (Lorraine, F, 2009: 67)؛ در کتاب خود "مصالح ساختمانی" در مورد مصالح مورد استفاده در معماری که از لحاظ تاریخی استفاده شده است توضیح می دهد. برای آگاهی در مورد نوآوری ها در کاربرد مصالح، به شکل ۱ نگاه کنید.

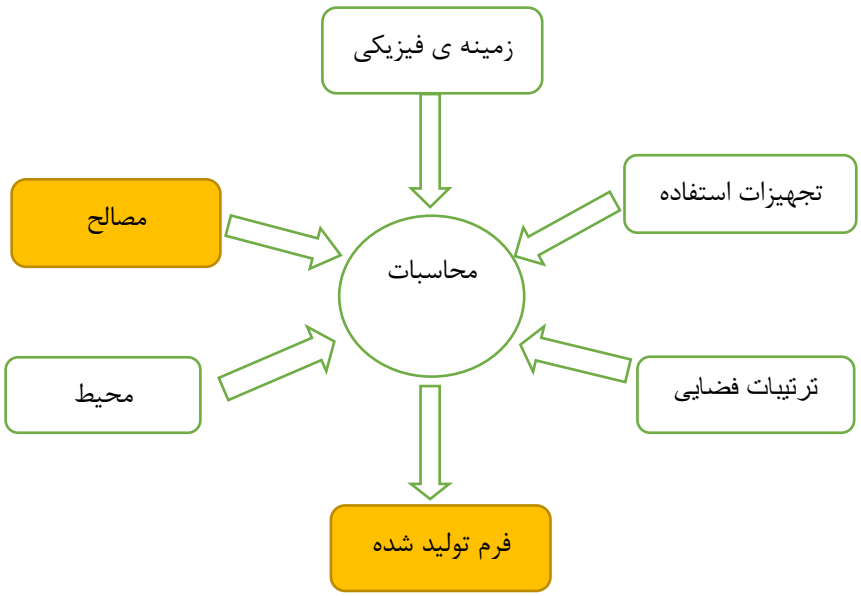
مصالح ساختمانی

مصالح آینده (مصالح هوشمند، مصالح ساطع نور، مصالح حافظه شکلی دار، مصالح نانو)	مصالح پایدار	مصالح کامپوزیت (پلاستیک و فیبرهای کربنی)	مصالح سنتی (آجر، سنگ، چوب، بتن، شیشه و فولاد)

شکل ۱: طرح بندی مصالح ساختمانی،(Sahar, A. Mohammad, 2013) و (Lorraine, F, 2009)

طی تحولات اخیر، عملکرد مصالح به یک عامل کلیدی در طراحی معماری تبدیل شده است،که در آن مواد هوشمند جدیدی در زمینه معماری ظاهر می شوند، که ما می توانیم ضخامت، چگالی الگو، سختی، رنگ، انعطاف پذیری و شفافیت آن را کنترل و سازگارسازیم، که بر این رویکرد طراحی تأکید می کند و این به ما فرصت ها و پتانسیل های جدیدی می دهد که بر روشی که ما فکر می کنیم تأثیر می گذارد. (Sahar, A. Mohammad, 2013) به شکل ۲، نگاه کنید.

شکل ۲. نقش مواد در عملیات طراحی



۳-۲ نیازمندی های مواد جدید

مصالح معماری به طور کلی در مقادیر بسیار زیاد اعمال می شوند، و سیستم های ساختمانی تمایل زیادی برای حفظ شرایط همگن داخلی دارند. مصالح و سیستم ها نیز باید در محدوده های بسیار زیادی بر شرایط بیرونی ناپایدار مقاومت کنند. ترکیبی از این دو الزام عمومی، باعث ایجاد ساختمان هایی با نفوذ حرارتی و مکانیکی بالا می شود.

برای دستیابی به یک هدف خاص برای یک تابع یا کاربرد خاص، یک ماده جدید یا آلیاژ باید شرایط خاصی را در رابطه با خواص زیر داشته باشد (Akhras, G, 1999 : 7) :

- خواص فنی، از جمله ویژگی های مکانیکی مانند جریان پلاستیک، خستگی و قدرت عملکرد و ویژگی های رفتاری مانند تحمل آسیب و مقاومت الکتریکی، گرما و آتش؛
- خواص فن آوری، شامل تولید، تشکیل، توانایی جوشکاری، پردازش حرارتی، میزان ضایعات، کارایی، اتوماسیون و ظرفیت تعمیرات؛
- معیارهای اقتصادی مربوط به مواد خام و هزینه های تولید، هزینه های عرضه و در دسترس بودن؛
- ویژگی های زیست محیطی، از جمله ویژگی هایی مانند آسایش حرارتی و روشنایی مناسب و جلوگیری از آلودگی؛ و
- معیارهای توسعه پایدار، مستلزم استفاده مجدد و ظرفیت بازیافت.

اگر توابع سنجش و فعال سازی به لیست اضافه شوند، ماده جدید، آلیاژ یک ماده هوشمند محسوب می شود.

۳. مصالح هوشمند - مصالح ساختمانی جدید

۳-۱ تعریف مصالح هوشمند

مصالح هوشمند؛ مصالح مهندسی هستند که قادر به ارائه پاسخ منحصر به فرد مفید می باشند در زمانی که یک تغییر خاص در محیط اطراف خود رخ می دهد (Sharp, S.R., Clemena, G.G, 2004: 12). دایره المعارف فن آوری شیمیایی مصالح و ساختارهای هوشمند را این گونه تعریف می کند؛ آن اشیائی هستند که اتفاقات محیطی را درک می کنند، فرایندی که اطلاعات را دریافت کرده و سپس در محیط عمل می کند،(Kroschwitz, J, 1992: 74). تعریف سوم به مصالح به عنوان یک سری از اقدامات اشاره دارد. در تعریف معماری، مصالح هوشمند مصالحی با فن آوری بالا هستند که وقتی که در یک ساختمان قرار می گیرند، آنها هوشمندانه به تغییرات اقلیمی ، در فصل های مختلف (تابستان، زمستان و غیره) هر دو محیط گرم و یا سرد برای راحتی و یا نیازهای انسانی پاسخ می دهند. اصطلاح "مواد هوشمند" در مورد مواد و سیستم ها قابل استفاده است که می توانند واکنش پذیری به تغییر محیط داخلی را از طریق خواص مواد یا سنتز مواد انجام دهند.

۳-۲ مزایای استفاده از مواد هوشمند در معماری

مواد هوشمند و فرایندهای تولید آن ممکن است طیف وسیعی از مزایا را در زمینه ساخت و ساز ارائه دهد،

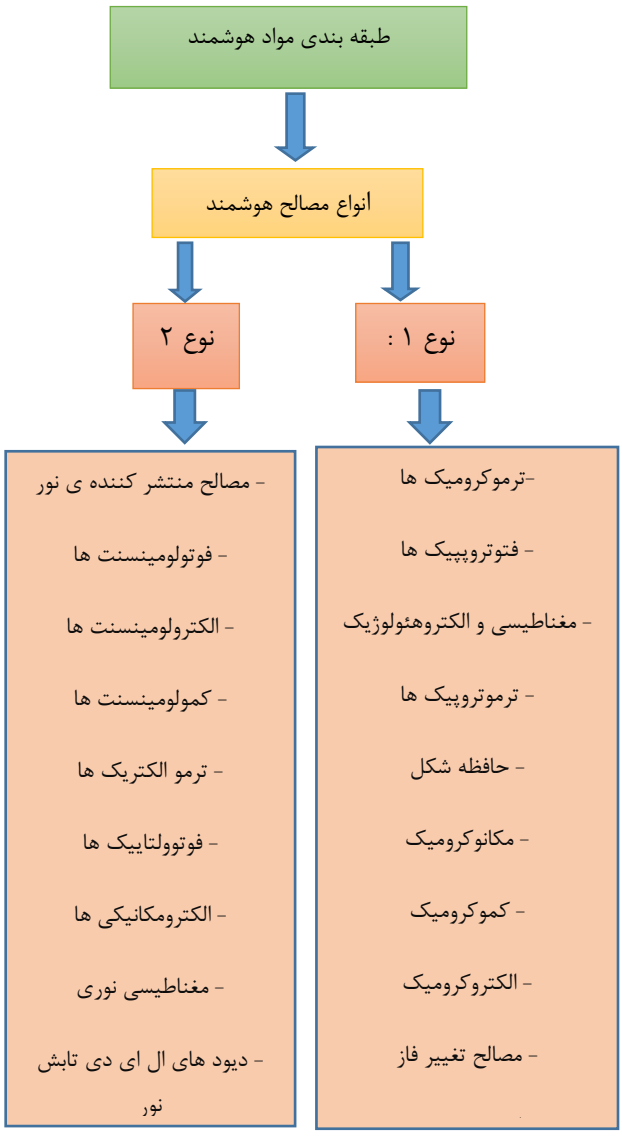
از جمله(Sherif M.S.Elattar, 2013) و (Behnoosh, M et al, 2016 :41):

- قدرت، سفتی و انعطاف پذیری عالی.

- دوام / عمر مفید پیشرفته.
- افزایش مقاومت در برابر سایش، خوردگی، مواد شیمیایی و خستگی.
- کاهش هزینه اولیه.
- بهبود پاسخ به وقایع شدید مانند بلایای طبیعی و آتش سوزی.
- سهولت تولید و کاربرد یا نصب.
- زیبایی شناسی و سازگاری زیست محیطی.
- توانایی خود تشخیصی، خود درمانی و کنترل ساختاری.

این مزایا بینشی را پیشنهاد می دهند تا توانایی طراحی و ساخت و ساز در زمینه فراتر از مرزهای فعلی و به طور مداوم برای بهبود، با استفاده از منابع خود برای پیگیری ایده های نوآورانه، تلاش کند. با توجه به مزایای قبلی طبقه بندی مواد هوشمند به شرح زیر، به شکل ۳ مراجعه کنید.

شکل ۳. طبقه بندی مواد هوشمند



۳-۳ انواع مواد هوشمند (Addington, M., Shodek, D, 2005 : 45) :

مواد و سیستم های هوشمند را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱-۳-۳ نوع ۱:

مواد در یک یا چند خواص (شیمیایی، الکتریکی، مغناطیسی، مکانیکی یا حرارتی) تغییری در پاسخ مستقیم به تغییر در محرک های خارجی در محیط اطراف دارند. ورودی انرژی به یک ماده با تغییر ساختار میکروساختار ماده انرژی بر روی انرژی داخلی اثر می گذارد و نتایج ورودی به تغییر خاصیت مواد شامل موارد ذیل می شود (Gharabaghi M., Naghdi A, 2014: 51) :

- ترموکورومیست - ورودی انرژی حرارتی رنگ مواد را تغییر می دهد.
- فتوتروپیکز - موادی که در معرض نور تغییر رنگ می دهند.
- مگنتور هئولاژیکال و الکترو هئولوژیکال - استفاده از یک میدان مغناطیسی (یا برای الکترو رئوولوژیک و یا میدان الکتریکی) باعث تغییر در جهت گیری میکرو ساختاری، و در نتیجه تغییر ویسکوزیته مایع است.
- ترموتروپیک - ورودی انرژی حرارتی (یا تابش برای یک فوتوتروپیک، برق برای الکتروتراپیک و به زودی) به ماده، میکروساختار خود را از طریق تغییر فاز تغییر می دهد. در فاز مختلف، اکثر مواد دارای خصوصیات متفاوتی از جمله هدایت، انتقال، انبساط حجمی و حلالیت هستند.
- حافظه شکلی - ورودی انرژی حرارتی (که همچنین می تواند از طریق مقاومت در برابر جریان الکتریکی تولید شود) میکروساختار را از طریق یک تغییر فاز بلوری هشدار می دهد این تغییر شکل چندین شکل را در رابطه با محرک محیط زیستی شکل می دهد.
- مکانوکورومیست- موادی که به دلیل استرس های اعمال شده و / یا تغییر شکل تغییر رنگ می دهند.
- کموکورومیست - موادی که در معرض محیط شیمیایی خاص تغییر رنگ می دهند.
- الکترو کورومیکز - موادی که هنگام استفاده از ولتاژ تغییر رنگ می دهند. فن آوری های مرتبط شامل کریستال های مایع و دستگاه های ذرات معلق است که در هنگام فعال شدن الکتریکی رنگ یا شفافیت تغییر می کنند.
- مواد در حال تغییر فاز - استفاده از مواد شیمیایی برای ذخیره و انتشار گرما.

- مواد تغییر دهنده چسبندگی - نیروهای جاذبه جذب یا جذب اتمها یا مولکول ها را هنگام نوردهی یا میدان الکتریکی تغییر می دهد.

۲-۳-۳ نوع ۲:

مواد هوشمند انرژی را از یک فرم به دیگری تبدیل می کنند. ورودی انرژی به یک ماده حالت انرژی ترکیب مواد را تغییر می دهد اما مواد را تغییر نمی دهد، آن را باقی می گذارد، اما انرژی تغییر می کند، شامل موارد زیر است:

- مواد نورده، که انرژی ورودی را به خروجی انرژی تابشی در طیف قابل مشاهده تبدیل می کنند عبارتند از (Mohammed, T.B, 2016 : 17) :

- فوتولومینسانس (ورودی انرژی تابشی از طیف فرابنفش است.

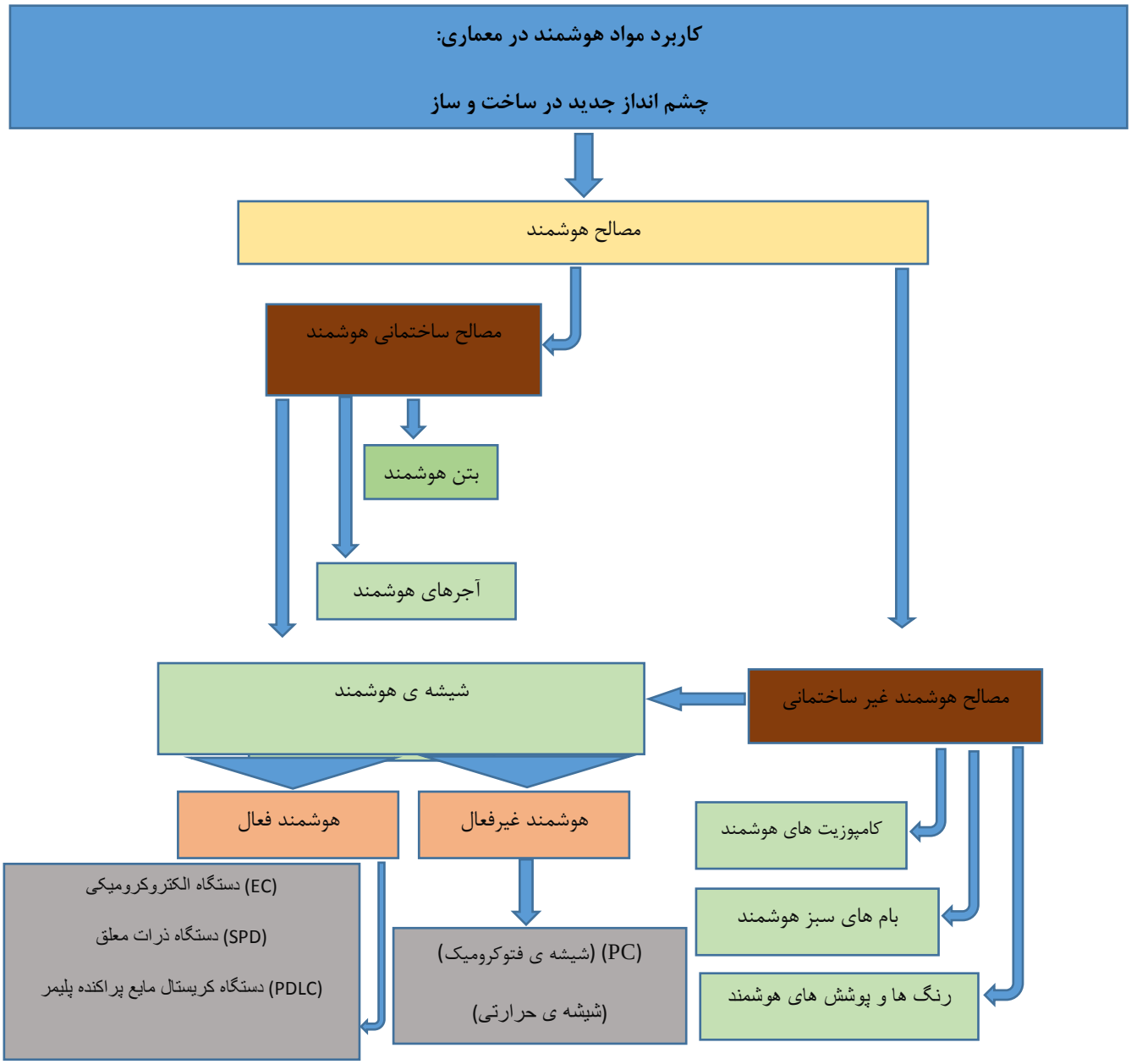
- الکترولیومینسنت (ورودی انرژی الکتریکی) است.

- کمولومینسنت (ورودی واکنش شیمیایی) است.

- پیزوالکتریک (ورودی انرژی انعطاف پذیر - فشار جریان الکتریکی را تولید می کند. اکثر پیزوالکتریک ها دو طرفه هستند؛ ورودی ها می توانند تغییر داده شوند و جریان الکتریسیته اعمال شده تغییر شکل داده می شود).
- ترموالکتریک (ورودی جریان الکتریکی ایجاد یک دیفرانسیل درجه حرارت در طرفهای متفاوتی از ماده را ایجاد می کند)
- فوتوالکتاییک (ورودی انرژی تابشی از طیف قابل مشاهده جریان الکتریکی را تولید می کند.)
- الکتروستریکتی (کاربرد جریان موجب تولید انرژی الاستیک می شود که شکل ماده را تغییر می دهد.)
- مگنتستریکتیوز (استفاده از یک میدان مغناطیسی باعث تولید انرژی کششی می شود، که کشش شکل مواد را تغییر می دهد).
- دیودهای نوری - LED ها.
- آلیاژ های با حافظه شکلی

۴. کاربرد مواد هوشمند در معماری: دید جدید در ساخت و ساز

کاربرد پیشرفته ی فناوری ها، بر پایه مصالح های هوشمند، ظرفیت این را دارد که به طور چشم گیری پایداری ساختمان ها را با تمرکز بر روی پدیده ها و نه مصالح مصنوعی ارتقاع بخشد. انرژی را می توان با استفاده از حرکات گسسته تنها در صورت لزوم کاهش داد و به طور قطعی و محلی عمل کرد. پس از آن بسیاری از مزایای ارائه شده توسط این فن آوری ها می توانند با تنوع بیشتری از طرح ها برای ساختمان های جدید و مجدد تأسیس شوند. خواص مواد توسط ساختار مولکولی و یا ریزساختار تعیین می شود. بنابراین، معماران باید همه رفتارهای مادی را در ارتباط با پدیده ها و محیط هایی که ایجاد می کنند، درک کنند. نگاه کنید به شکل ۵.



۱-۴ مصالح هوشمند ساختمانی

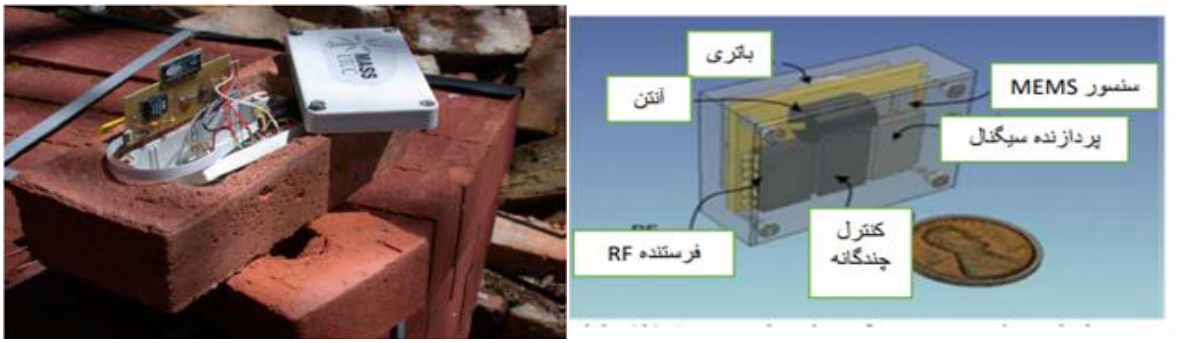
۱-۱-۴ آجرهای هوشمند

آجرهایی با حسگرها، پردازنده های سیگنال و ارتباطات بی سیم هشدار دهنده در مورد تنش های پنهان یا آسیب رساندن حوادث طبیعی مانند زمین لرزه و طوفان ها هستند. تنوعی از سنسورهای اضافی وابسته به کاربرد، مانند سنسورها برای تشخیص رطوبت، رطوبت، صدا، مواد شیمیایی، استرس، نیروی و غیره. در ساخت دیوار، آجر می تواند دمای ساختمان، ارتعاش و حرکت را کنترل کند. (Sherif M.S.Elattar, 2013) و

(Jonathan, M E et al, 2016). نگاه کنید به شکل ۷. گره حسگر می تواند در دیوارهای کرتین وال در پله ها مورد استفاده قرار گیرد تا اطلاعات مربوط به ایمنی خروج ساختمان ها را در هنگام آتش سوزی ارسال کند. سنسورهای شیب و شتاب داده های آسیب های ساختاری را فراهم می کنند در حالی که سنسورهای دما به علت پرده آتش سوزی آسیب دیده، مناطق حریق فعال یا نا امن را برای خروج نشان می دهند. چنین اطلاعاتی که از شبکه های توزیع شده حسگرها در یک ساختمان بزرگ یا آسمان خراش جمع آوری می شود، می تواند به طور چشمگیری ایمنی اشخاص و همچنین خدمه های اضطراری را افزایش دهد. همچنین، این می تواند برای آتش نشانان مبارزه با یک آسمان خراش مشتعل در حال سقوط، و یا برای نجات کارگرانی که از ساختار آسیب دیده زلزله صحت و درستی را تعیین می کنند حیاتی باشد.

شکل ۷.(Jonathan, M E et al, 2016: 31) ؛ (الف) نمونه اولیه سیستم حسگر بی سیم به یک آجر استاندارد اندازه گیری. (ب) مفهوم طراحی سنسور های طرح گره بی سیم نسل آینده که در حال حاضر در حال اجراست.

الف ب



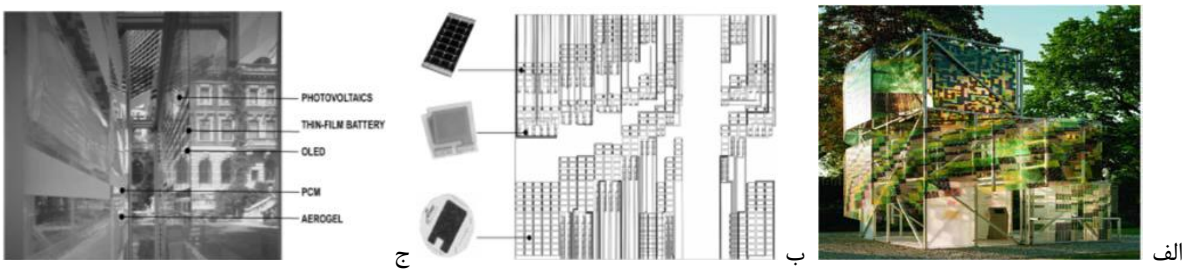
۲-۱-۴ پوشش هوشمند

مفهوم پوشش هوشمند ، پناهگاه، کنترل آب و هوا، روشنایی، نمایش اطلاعات و قدرت را با یک کامپوزیت پلیمر چاپ شده و لایه ای ارائه خواهد داد. بسته بندی هوشمند به عنوان یک مصالح ساختمانی در آینده می تواند تمام مواد داخلی و خارجی دیوار را جایگزین کند. این مواد فوق نازک، فوق سبک از ۶ لایه تشکیل شده است. یک لایه کاربردی از نانولوله های کربنی که آن را سخت می کند، چهار لایه آلی "هوشمند" که ظاهر خانه شما را تغییر می دهد، جریان برق را کنترل می کند، مواد را برای تنظیم حرارتی تغییر می دهد، فراهم آوردن محیط زیست و قدرت ارزان برای دیوار و کل ساختمان و یا برنامه های دیگر راا انجام می دهد، و یک سوکت PEN / PET که تمام آنها را نگه می دارد و آنها را از عناصر محافظت می کند

(www.icaphila.org/exhibitions/past/smartwrap, 01.04.2016).

مزایای استفاده از چنین کاربردهای فناوری بالقوه می تواند (Sherif M.S.Elattar, 2013) و (www.icaphila.org/exhibitions/past/smartwrap, 01.04.2016) و (James, T, 2003: 46) را در شکل ۸ مشاهده کنید:

- اجازه می دهد فرد "برنامه" را تنظیم کند و خانه خود را سریع و ارزان تنظیم کند تا با نیازها، سلیقه ها و مدل های خود تغییر کند.
- قابل حمل بودن (خانه خود را با خود حرکت می دهید)،
- صرفه جویی اقتصادی در انرژی گرمایی /سرمایش/ روشنایی و تامین آن با منابع تجدیدپذیر انرژی خورشیدی؛
- از بین بردن نیاز به مواد زیست محیطی، سنگین و مصالح ساختمانی.



الف ب ج

شکل ۸: الف) پوشش هوشمند پاویون Pavilion، General View، موزه طراحی ملی کوپر-هاویت، نیویورک، ۲۰۰۳، (James, T, 2003)؛ (ب) ارتفاع فتوولتائیک نازک فیلم، دیودهای آلی نور و باتری های نازک فیلم را نشان می دهد (WallIck, K, 2007: 89)

؛ (ج) نمایش از پیچ و تاب در داخل فضای هوایی درون شبکه ای (WallIck, K, 2007).

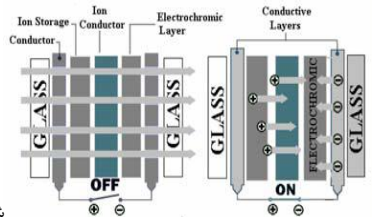
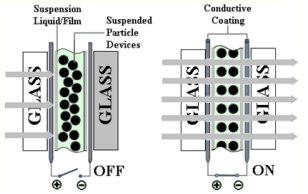
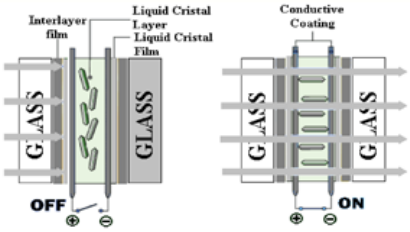
۴-۲ مصالح هوشمند غیر ساختمانی

۴-۲-۱ شیشه هوشمند

شیشه هوشمند یک طبقه از مواد شیشه ای است که خواص کنترل نور آن در واکنش به یک محرک خارجی تغییر می کند (Sottile, G.M, 2007: 45)، که همچنین به عنوان براقی قابل تغییر ، براقی پویا و کروموژنیک شناخته می شود، شیشه ی هوشمند یک طبقه نسبتا جدید از لایهای با ویژگی های فناوری با عملکرد بالا است. این می تواند در طیف گسترده ای از محصولات روزمره مانند پنجره ها، درها، فانوس های شیشه ای، پارتیشن ها، سقفهای

خورشیدی، آفتاب گردان و غیره استفاده شود. انتظار برای رشد در تقاضای شیشه ای هوشمند بسیار زیاد است. شیشه هوشمند می تواند به صورت دستی یا به صورت خودکار تنظیم شود تا دقیقا میزان نور، تابش نور و گرما را از طریق یک پنجره کنترل کند.دو نوع شیشه هوشمند وجوددارد(جدول۲)

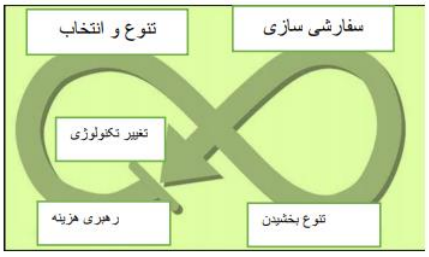
- شیشه هوشمند غیر فعال Passive: شامل یک محرک الکتریکی نیست. در عوض، آن را به حضور محرک های دیگر مانند نور (شیشه Photchromic Glass) (PC) یا گرما (Glass Thermochromic Glass) (TC) واکنش نشان می دهد.
- شیشه هوشمند فعال: شیشه قابل تعویض که انتقال نور را هنگام استفاده از ولتاژ تغییر می دهد؛ با اجازه دادن به کاربران برای کنترل مقدار نور و حرارت عبوری. با فشار یک دکمه، می تواند آن را از شفاف به مات، مسدود کردن جزئی نور در حالی که حفظ یک دید روشن از آنچه در پشت پنجره قرار دارد.
- حفظ حریم خصوصی و قابل تغییردهی.

انواع شیشه هوشمند	شیشه هوشمند منفعل	شیشه فتوکرومیک (PC)	- هنگامی که در معرض نور قرار می گیرد، رنگ تغییر می کند - جذب انرژی تابشی - جذب انرژی الکترومغناطیسی برای ایجاد یک تغییر ویژگی ذاتی شکل ۹. نمونه استفاده از شیشه فلوکرومیک (Yasser, A. F, 2009: 56) .
		شیشه حرارتی (TC)	- تغییر رنگ به علت تغییرات دما - جذب گرما، واکنش شیمیایی ایجاد شده توسط گرما یا انتقال فاز شکل ۱۰. اثر گرما گرمائی بر شیشه (Wael S. B, 2016: 35) را نشان می دهد.
	شیشه هوشمند فعال	دستگاه الکترومغناطیسی (EC)	- موادی که می توانند رنگ را هنگامی که از طریق جریان الکتریکی انرژی می گیرند تغییر دهند - می توان تنظیم کرد تا سطوح مختلف دید را اجازه دهد  شکل ۱۱ (Wael S. B, 2016) : (ب) نشان می دهد هنگامی که خاموش است، یک پنجره الکتروکرومیک شفاف باقی می ماند. (الف) نشان می دهد هنگامی که روشن است، یک ولتاژ کم برق باعث می شود که پنجره الکتریکی Chromic شفاف باشد
		دستگاه ذرات معلق (SPD)	- می تواند کم نور باشد، اجازه می دهد فورا میزان نور و گرما را از طریق عبور از کنترل کنترل کند - هنگامی که می شود تاریک می تواند مسدود کردن تا ۹۹٫۴٪ از نور است. همچنین، هنگامی که روشن یا خاموش است، از آسیب UV جلوگیری کنید.  شکل ۱۲(Wael S. B, 2016) : (ب) هنگامی که خاموش است، نشان داده می شود، SPDپنجره شفاف باقی می ماند (الف) هنگامی که روشن است، پنجره SPD را نشان می دهد.
		دستگاه ها کریستال مایع پراکنده شده است (PDLC)	با ظاهر "سفید شیری". - عالی برای خانه ها و ادارات، شما را بدون تلف کردن تمام نور حفظ حریم خصوصی دارید.  شکل ۱۳(Wael S. B, 2016) : (ب) هنگام خاموش شدن نشان می دهد، PDLC شفاف باقی می ماند؛ (الف) هنگامی که روشن است، پنجره PDLC را نشان می دهد شفاف باقی می ماند.

۶. به سوی یک الگوی جدید معماری نوآورانه

فراتر از سفارشی سازی و شخصی سازی برای معماران برای حفظ در آینده، آنها همچنین باید با مقررات نوآوری مداوم در حالی که با تولید معماری سازگار با محیط زیست و اهداف اجتماعی و فنی، از طریق مواد هوشمند، سازه ها و سیستم های نوآورانه مواجه می شوند مواجه شوند. بازار رقابتی شدید می تواند با نیاز مداوم به نوآوری مطابقت داشته باشد، همانطور که توسط مارپیچ نوآوری درهم گسیخته نشان داده شده است، که در شکل ۲۱ نشان داده شده است.

شکل ۲۱. محیط طراحی مجموعه اجتماعی با فناوری (Holweg, M, 2008: 18).



۷. نتیجه گیری:

- مصالح اساسا به عنوان یک بافت یا سطح ظاهر نمیشوند اما در تمام عمق معماری در معرض دید و تجربه قرار دارند. در نتیجه، معماران باید مصالح را به عنوان یک عنصر کاربردی در نظر بگیرند که دارای رفتارهایی است که در هر مرحله از عملیات طراحی می تواند مورفیک، سازگار و موثر باشد.
- قرن بیست و یکم در دوره ای از تهدید به محیط زیست، افزایش هزینه های انرژی و حل و فصل فشرده که طراحی معماری پایدار می تواند دستاوردهای چشمگیر در حفظ منابع درازمدت و کلی کیفیت زندگی به ارمغان بیاورد است. حمایت از همه این ها سبب رشد پروژۀ محصولات و فرایندهای فناوری تمیز است که نه تنها ایده های پایدار را پیش می برد، بلکه سودآور نیز می باشد. فناوری مواد هوشمند، آماده است تا پایداری را به سطح جدیدی هدایت کند.
- موانع مواجه با پذیرش مصالح نوآورانه مصالح هوشمند از مسائل مربوط به هزینه، مسئولیت به چرخه بازار و فقدان اطمینان پایدار برای برخی از محصولات است. علاوه بر این، در اندازه گیری موفقیت، به ویژه در مورد تایید و تایید فن آوری های جدید، عدم هماهنگی و سازگاری وجود دارد.

- ارتباط بین معماری و ساخت و ساز مصالح، سازه ها و سیستم ها، همبستگی، ترکیب، ارتباط تعاملی و پیچیده بین آنها وجود دارد. این رابطه یک رقیب اصلی طراحی نوآورانه معماری، مصالح هوشمند جدیدی است که در عرصه معماری شروع به ظهور می کند، بر این رویکرد طراحی تأکید می کند و این به ما فرصت ها و پتانسیل های جدیدی می دهد که بر روی فکر ما تاثیر می گذارد.
- **بر طبق مواد هوشمند، یک رویکرد متحد به سوی یک الگوی جدید معماری نوآورانه پیشنهاد شده است.**

منابع

1. Sherif M.S. Elattar. Smart structures and material technologies in architecture applications, academic Journals; 2013. Vol. 8(31), pp. 1512-1521.
2. Sahar, A. Mohammad. The Usage of Nanotechnology in Architecture Nanotechnology Effect on the Architectural Form and Function, Master Thesis, Faculty of Engineering , AL Azhar University, Cairo, Egypt; 2014.
3. Golabchi, M., Taghi, K., Ehsan S. Nano Technology in Architecture, Engineering and Construction, Tehran University Publication; 2011.
4. Castle, H. The new structuralism, John Wiley & Sons New York; 2010.
5. Lorraine, F. Construction+ Materiality, AVA Publishing; 2009.

6. Akhras, G. Advanced Composites for Smart Structures, Proceedings, ICCM-12, 12th International Conference on Composite Materials, Paris; 1999. July 5-9.

7. Sharp, S.R., Clemena, G.G. State of the art survey of advanced materials and their potential application in highway infrastructure, Charlottesville, Virginia Transportation Research Council; 2004.

8. Kroschwitz, J. Encyclopedia of Chemical Technology, John Wiley & Sons New York; 1992.

9. Behnoosh, M., Hamid, R. N., Saeeid P. Architecture Building Sustainability Regarding Smart Materials, Journal of Civil Engineering and Urbanism, Volume 4, Issue 4.
.http://www.ojceu.ir/main; 2014. Access Date, (01.10.2016).

10. Addington, M., Shodek, D. Smart materials and new technologies (for architecture and design professions), Harvard University, U.S.A; 2005.

11. Gharabaghi M., Naghdi A. Identifying Smart Materials and Applying Them in Residential Spaces in Cold Climate Case Study: City of Hamadan, International Research Journal of Applied and Basic Sciences, Science Explorer Publications, www.irjabs.com; 2014.Vol, 9 (1): 51-62.

12. Mohammed, T.B. Application of Smart Materials in the Interior Design of Smart Houses, Civil and Environmental Research, Vol.7, No.2, www.iiste.org;2015. Access Date, (01.10.2016).

13. Jonathan, M E., Lianhan, Z., Zhifang, F., J. C., Chang L., Smart Brick - A Low Cost, Modular Wireless Sensor for Civil Structure Monitoring, https://www.researchgate.net/publication/241872712_Smart_Brick_A_Low_Cost_Modular_Wireless_Sensor_For_Civil_Structure_Monitoring., Access Date, (01.1.2016).

14. www.icaphila.org/exhibitions/past/smartwrap.php, Access Date, (01.04.2016).

15. James, T. SmartWrap Pavilion, Fabrication: Examining the Digital Practice of Architecture, http://cumincad.architexturez.net/system/files/pdf/acadia04_046.content.pdf; 2003.

16. WallIck, K. Making Smartwrap: From Parts to Pixels, "Chapter in - The Green Braid: Towards an Architecture of Ecology, Economy, and Equity", Taylor & Francis Inc., USA; 2007.

17. Sottile, G.M. Study of United States LEED Accredited Professionals on the Subject of Smart Glass, 50th Annual Technical Conference Proceedings on the Subject of Smart Glass50th Annual Technical Conference Proceedings of the Society Vacuum Coaters; 2007.

18. Yasser, A. F. Using Smart Materials to Reduce Energy Consumption, Third Ain Shams University International Conference on Environmental Engineering, Egypt; 2009.

19. Wael S. B. Smart Glass and Its Benefits on Energy Consumption in Buildings, Chinese-Egyptian Research Journal Helwan University, http://www.helwan.edu.eg/chinese/wp-content/uploads/2013/08/1-4-8.pdf; 2013. Access Date, (01.10.2016).

20. Holweg, M. The Evolution of Competition in the Automotive Industry, In Parry G, Graves A, editors, Build to Order, Springer, London, UK; 2008.