بررسی روشهای مختلف استفاده از نمای دو پوسته در کاهش مصرف انرژی برای ساختمانهای اداری در ایران[۱]

حانیه غلامی[۱*]، محمود فیض آبادی[۲]، حامد کامل نیا[۳]، مهدی علومی بایگی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه فردوسی مشهد، Email: (hanieh.gholami@stu.um.ac.ir)
۲- استادیار گروه معماری، دانشگاه فردوسی مشهد، Email:(feizabadi@um.ac.ir)
۳- دانشیار گروه معماری، دانشگاه فردوسی مشهد، Email: (kamelnia@ferdowsi.um.ac.ir)
۴- دکترای تخصصی برق قدرت، Email: (me_oloomi@yahoo.com)

چکیده

استفاده از نماهای دو پوسته یکی از راهکارهای کاهش مصرف انرژی در ساختمانها و کنترل انتقال حرارت در پوسته نمای ساختمان است. نماهای دو پوسته به دو صورت؛ دارای سیستم سایه انداز (همراه با موتیفهای اسلامی) و به صورت دیوارهای شیشه ای شفاف در نمای ساختمانها به کار میروند؛ بررسی روی نمونه های موردی انتخاب شده نشان میدهد که از نوع اول این نماها بیشتر برای مناطقی با تابش زیاد آفتاب و تنها برای ایجاد سایه اندازی، کنترل و بهره گیری از نور روز استفاده میشود. اما از نوع دوم در اقلیمهای سرد و معتدل برای ایجاد عایق حرارتی در زمستانها و با افزودن سیستم سایه اندازی برای کنترل تابش خورشید در تابستانها بهره گیری میشود. استفاده از نماهای دو پوسته میتواند به راهکاری عملی برای کاهش مصرف انرژی در ساختمانهای اداری کشور تبدیل شود؛ موتیفها و الگوهای اسلامی نیز با هدف ایجاد همخوانی بیشتر بین تکنولوژی جدید و هویت کشور اسلامی در این نماها جایگاه خاص خود را دارا هستند. رسیدن به الگوهای مناسب برای استفاده از سیستم نمای دو پوسته در ساختمانهای اداری کشور هدف غایی این پژوهش بوده؛ بنابراین با توجه به اینکه کشور ایران سرزمینی با تنوع اقلیمی زیاد و آماده برای پذیرش تکنولوژیهای جدید است، جداولی برای استفاده از صورتهای مختلف نمای دو پوسته در اقلیمهای مختلف آن در انتهای پژوهش ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: نمای دو پوسته- کاهش مصرف انرژی- موتیفهای اسلامی در نما- معماری کشورهای اسلامی

۱- مقدمه

امروزه کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان به یکی از مهمترین دغدغه های بشر تبدیل گشته است که در سالهای اخیر با پیشرفتهای بسیاری همراه بوده اما متاسفانه کشور ما هنوز هم با استانداردهای موجود در دنیا فاصله زیادی دارد و نیاز به تلاشها و مطالعات زیادی در این زمینه احساس میشود.

در ایران، مصرف انرژی در ساختمانهای کشور به عنوان یک بخش غیر مولد بیشترین سهم را در بین کلیه بخش‌های مصرف به خود اختصاص داده است، با توجه به تراز نامه انرژی کشور، سالانه بیش از ۴۰ درصد مصرف انرژی مستقیماً صرف تأمین نیازهای این بخش می‌گردد. این در حالی است که اکثر مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که بیش از نیمی از این میزان مصرف بدلایل مختلفی تلف می‌گردد، در واقع در صورت رسیدگی به وضعیت ساختمان‌ها با اجرای راهکارهای بهینه

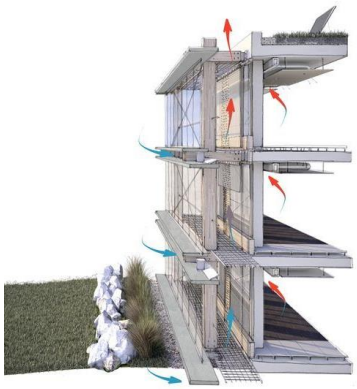
[۱] این مقاله برگرفته از رساله کارشناسی ارشد حانیه غلامی با موضوع" طراحی ساختمان چند عملکردی شرکت برق خراسان رضوی با تاکید بر مولفه های ساختمان انرژی کم در کاربست عناصر معماری اسلامی" با راهنمایی دکتر فیض آبادی و دکتر کامل نیا و مشاوره دکتر علومی بایگی می باشد.

سازی مصرف انرژی، ارتقای کارآیی و اصلاح الگوی بهره‌برداری می‌توان با کمتر از نصف این میزان انرژِی مصرفی، آسایش مورد نظر در ساختمانها را فراهم نمود. [۱] بر اساس مطالعات و برآورد های انجام شده، حدود ۴۸۰۰ میلیون کیلووات ساعت انرژی الکتریکی (معادل ۲,۵ درصد از کل انرژی مصرفی کشور) در ادارات دولتی مصرف می گردد. نتایج ممیزی های انجام شده نشان میدهد که حداقل ۲۰ درصد از این انرژی قابل صرفه جویی است[۲] این به معنای کاهش بخش زیادی از هزینه های دولتی است که لزوم توجه بیشتر به مسئله کاهش مصرف انرژی در ساختمانهای اداری را روشن میسازد.

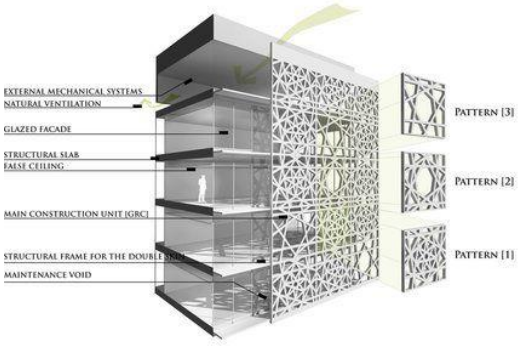
عوامل زیادی بر مصرف انرژی یک ساختمان تاثیر گذارند از جمله: فرم ساختمان، نسبت بازشوها به جداره، عملکرد پنجره ها و ... که در این تحقیق به ارائه راهکارهای مربوط به کاهش مصرف انرژی از طریق پوسته ساختمانی پرداخته شده است.

پوسته ساختمان مرز فضای قابل کنترل داخل و فضای غیر قابل کنترل بیرون است و دقیقا محلیست که بخش زیادی از اتلاف انرژی در این بخش اتفاق می افتد. بنابراین با کنترل میزان اتلاف و گذردهی انرژی پوسته خارجی نما میتوان تا حد زیادی مصرف انرژی یک ساختمان را کاهش داد. استفاده از نماهای دو پوسته یکی از راهکارهاییست که میتواند این امر را ممکن سازند؛ اما با بررسی و نگاهی اولیه در این مبحث متوجه تفاوت بین نحوه استفاده از این روش در ساختمانهای مختلف میشویم!

ساختمانهایی با نمای دو پوسته بسته و حفره ای بین دو جداره آن و نیز ساختمانهای دو پوسته با پوسته بیرونی مجوف و بدون عایق هوای بین دو جداره، در این تحقیق سعی بر آن است تا این دو روش استفاده از نماهای دو پوسته را با هم مقایسه کنیم و در نهایت به یک الگوی مناسب با توجه به اقلیم ایران رسیده و راهکاری برای کاهش هدر رفت انرژی از نما برای ساختمانهای اداری داخل ایران پیشنهاد کنیم. برای نیل به این هدف در ابتدا به بررسی و مطالعه نماهای دو پوسته، ویژگی ها و انواع آن خواهیم پرداخت.



تصویر ۱: نمای دو پوسته با حفره میانی [3]



تصویر ۲: نمای دو پوسته پترن سایه انداز[3]

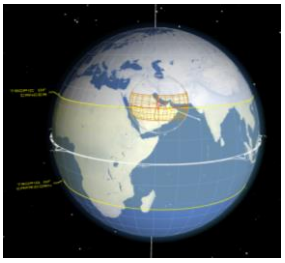
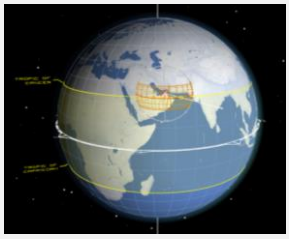
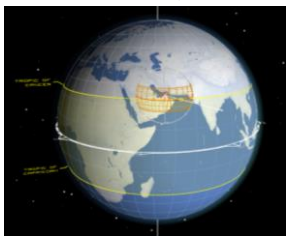
۲- روش تحقیق

پژوهش حاضر به دنبال بررسی روشهای مختلف استفاده از نمای دو پوسته در بناهای مختلف با توجه به نوع اقلیم آن منطقه و رسیدن به یک الگو و چهارچوب نظری برای استفاده از این راهکار در کشور ایران به عنوان یکی از روشهای کاهش مصرف انرژی در ساختمان است. لذا برای نیل به این اهداف ساختمانها را در دو گروه اصلی مورد بررسی قرار دادیم؛ ۱. ساختمانهای دارای نمای دو پوسته با پترن سایه انداز و ۲. ساختمانهای دارای نمای دو پوسته شیشه ای. این ساختمانها همگی در دوره معاصر ساخته شده اند، کاربری اداری دارند، ساختمانهای بزرگی هستند که دارای ارزشهای معماری خاص و منحصر به فردی اند و به نسبت تطابق با اقلیمهای آب و هوایی موجود در ایران انتخاب شده اند.

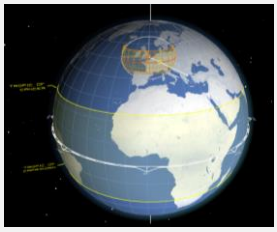
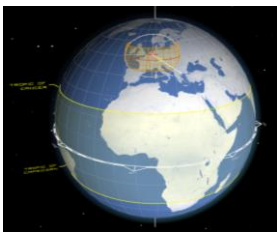
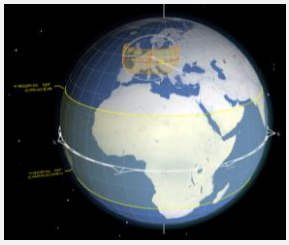
برای هر پروژه جداول برنامه دهی هرشبرگر در سه دسته: موضوعات انسانی، موضوعات محیطی و موضوعات تکنولوژیکی مورد تحلیل قرار گرفت.[۲]در انتها اطلاعات مربوط به هر پروژه را با اقلیم آن بنا مطابقت داده و نتایج نهایی از این پژوهش را استخراج کردیم.

نمونه های مورد بررسی به شرح زیر می باشند:

جدول ۱: نمونه های مورد بررسی

نما دو پوسته با پترن				
DOHA TOWER **برج دوحه**		ارتفاع: ۴۰۰ متر تعداد طبقات: ۸۸ سال ساخت: ۲۰۰۷-۲۰۱۴ مکان: دوحه قطر عملکرد: اداری-تجاری-هتل و مسکونی	گرم و مرطوب 	
CAPITAL GATE **دروازه پایتخت**		ارتفاع: ۱۶۴٫۶متر تعداد طبقات: ۳۵ سال ساخت: ۲۰۰۷-۲۰۱۱ مکان: ابوظبی، امارات عملکرد: هتل - اداری	گرم و مرطوب 	
ALBAHAR TOWER **برجهای البحار**		ارتفاع: ۱۴۷ متر تعداد طبقات: ۲۹ سال ساخت: ۲۰۰۹-۲۰۱۲ مکان: ابوظبی ، امارات عملکرد: اداری- تجاری	گرم و مرطوب 	

[۲] موضوعات فرهنگی، موضوعات مادی طراحی، موضوعات زیبایی شناختی و موضوعات سلامتی نیز از بخشهای جدول هرشبرگر میباشد که مفاهیمی خارج از هدف تحقیق بوده لذا از پرداختن به آنها خودداری کرده ایم.

نما دو پوسته با دو جداره شیشه ای			
SWISS RE **سوئیس ری**		ارتفاع: ۱۸۰ متر تعداد طبقات: ۴۱ سال ساخت: ۲۰۰۰-۲۰۰۴ مکان: لندن، انگلیس عملکرد: اداری	معتدل و مرطوب 
CITY GATE **دروازه شهر**		ارتفاع:۸۴ متر تعداد طبقات: ۲۰ سال ساخت: ۱۹۹۸ مکان: دوسلدورف، آلمان عملکرد: اداری- تجاری	معتدل و مرطوب 
COMMERZBANK **کامرز بانک**		ارتفاع:۲۵۹ متر تعداد طبقات: ۵۶ سال ساخت: ۱۹۹۷ مکان: فرانکفورت، آلمان عملکرد: اداری- تجاری	معتدل و مرطوب 

در ابتدا به معرفی و مطالعه کلی ساختار و ویژگی های نماهای دو پوسته می پردازیم.

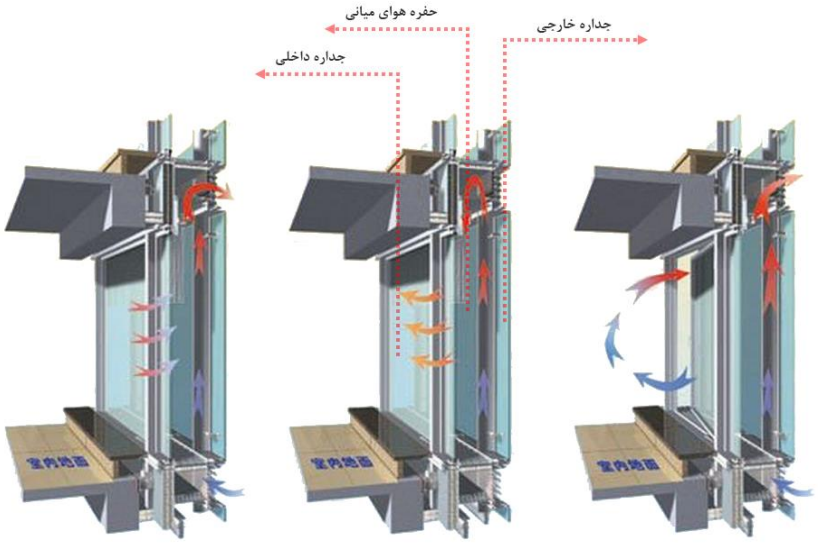
۳- نمای دو پوسته

ساختمان غیر فعال ساختمانی است که سرمایش وگرمایش محیط داخل آن با سیستمهای مکانیکی تنظیم نمیشود بلکه با ساختار و طراحی معماری و مولفه های مربوط به آن تامین میشود. [4] استراتژی های طراحی غیر فعال که تاثیر منطقی بر عملکرد ساختمان دارند شامل: فرم، جهت گیری، نسبت پنجره-دیوار، نوع پوشش شیشه ای و سایه اندازی، هستند. در بین راهکارهای غیر فعال، تکنولوژی نمای دو جداره (DSF) اخیرا بسیار مورد توجه قرار گرفته است؛ وجود تمایل برای ترکیب نمای شیشه ای ساختمانهای مدرن به همراه بهره وری انرژی، انگیزه استفاده از DSF[3] را ایجاد میکند. اگر چه، به خاطر پیچیدگی پدیده های حرارتی و جریان هوا و همچنین سازگاری این راهکار با شرایط آب و هوایی مناطق مختلف جغرافیایی، اجرایی شدن آن با چالشهای زیادی همراه است. [5] بیشتر مطالعات در مورد عملکرد DSF در شرایط آب و هوای معتدل انجام شده است. با این حال، امکان استفاده از این فناوری به عنوان ابزاری برای تهویه طبیعی ساختمان در مناطق استوایی پیشنهاد شده است. با این وجود، دستورالعمل یا توصیه ای برای مدل کردن DSF ها هنوز در مراحل اولیه توسعه است. بنابراین تحقیقات بیشتری برای فهم بهتر عملکرد و نحوه کارایی آنها در اقلیم های مختلف مورد نیاز است. در ایران نیز به عنوان کشوری که دارای پهنه های اقلیمی متفاوتی است میتوان از DSF ها به عنوان یک راهکار غیر فعال طراحی اقلیمی استفاده کرد.

[3] Double Skin Facade

۳-۱ مفهوم و عملکرد نمای دو پوسته

مفهوم DSF در ابتدای ۱۹۰۰ مطرح شد اما تا ۱۹۹۰ پیشرفت کمی داشت. [6] تاریخ DSF به طور دقیق منتشر نشده و هنوز به عنوان یک دانش دارای کاستی هایی است.DSF ها متشکل از یک نمای عادی، یک حفره هوا و یک پوسته اضافی خارجی که معمولا از شیشه ساخته شده، هستند. اجرای سیستم سایه اندازی داخل سوراخ بین دو لایه نما اغلب رایج است. عوامل اصلی ایجاد حرکت هوا در ساختمان دارای DSF حرکت باد اطراف و اختلاف فشار با توجه به خاصیت شناوری حرارتی است که در حفره رخ میدهد. پدیده دود کش حرارتی در DSF به دلیل اختلاف چگالی بین هوای گرمتر داخل حفره و هوای سردتر خارج رخ میدهد. هوای داخل حفره به وسیله تابش خورشیدی گرم میشود و از قسمت بالای حفره خارج میشود. در تهویه طبیعی ساختمان، هوای تازه قبل از اینکه در حفره DFS به دام بیفتد، توسط پنجره های موجود در جبهه مقابل آن کشیده میشود و شرایط هوای داخل ساختمان را مطلوب میسازد. [7]



تصویر ۳: ساختار نماهای دو پوسته (DSF) [3]

یکی از مزایای DSF ارتقای تهویه طبیعی است که هوای داخلی با کیفیت خوب و شرایط آسایش حرارتی را بدون نیاز به برق تامین میکند. اگر چه که طراحی، آن به خاطر همپوشانی فرآیند های حرارتی و مکانیزم جریان هوا که به عوامل مختلف سازه نما و خود ساختمان بستگی دارد، دارای ظرایف بسیاریست. بنابراین پیش بینی عملکرد آنها کار آسانی نیست و کاربرد آن زمانی که برای تهویه طبیعی ساختمان مورد استفاده قرار میگیرد به ملاحظات زیادی نیاز دارد.

بعضی از تحقیقات پیرامون موضوع DSF به موارد خاصی از قبیل نور روز، فرار دود، کاربردهای فوتو ولتائیک، چگالش، و تاثیر گیاهان در حفره نیز پرداخته است. [8]

۴- پارامترهای طراحی نمای دو پوسته

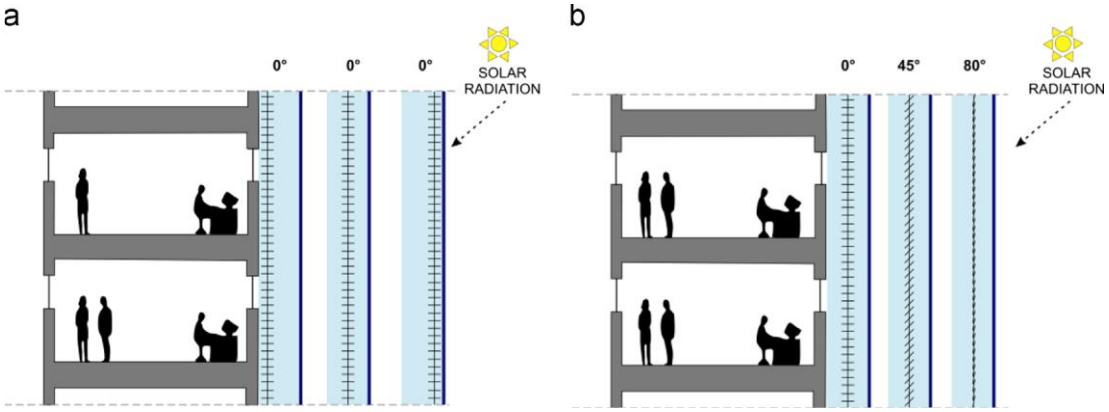
۴-۱ عمق حفره

اگربه درستی طراحی شود میتواند به میزان زیادی مصرف انرژی ساختمان را کاهش دهد و در مقابل اگر ضعیف طراحی شود باعث افت کیفیت هوای داخل و نیز بالا رفتن میزان مصرف انرژی میشود. [9] یکی از عوامل مهمی که در DSF ها مورد مطالعه قرار میگیرد عمق حفره هاست که بر اساس اهداف طراحی بین ۱۰cm تا ۲m متغییر است. تحقیقات در این زمینه نشان میدهد که حفره های باریک تر با جریان هوای قویتر عملکرد بهتری در خارج کردن هوای گرم از داخل حفره دارند. از سوی دیگر انتقال حرارت به فضا داخل در حفره های با عمق بیشتر از ۱ متر بالا میرود. بنابراین، عمق حفره بین ۰,۷ و ۱,۲ متر توسط رادهی و همکارانش توصیه شده است [10] که میتواند بین خروج هوا و انتقال حرارت به داخل اتاق تعادل برقرار کند.

۴-۲ دستگاه سایه انداز

یکی از دلایل استفاده از نماهای دو جداره امکان جانمایی دستگاههای سایه انداز در حفره بین دو جداره آن است چرا که هزینه های مربوط به نگهداری را پایین می آورد. در حال حاضر، ابزارهای مختلف سایه اندازی وجود دارد: سایه اندازهای رولی، کرکره های لووری، ثابت و یا متحرک (اتوماتیک،دستی). سایه انداز ها هوای داخل اتاق را سردتر نگه میدارند و شرایط گرمتر، آسایش حرارتی را بهبود می بخشند.

نحوه قرار گیری دستگاهها نسبت به حفره: ۱. دستگاه نزدیک به لایه داخلی ۲. دستگاه نزدیک به لایه خارجی ۳. دستگاه در وسط حفره. نتایج نشان میدهد که در حالت ۱ گرمای زیادی به فضای داخل منتقل میشود. اما وقتی پره های دستگاه در وسط حفره قرار میگیرد سیرکولاسیون هوا در اطراف آن بهتر صورت میگیرد. تاثیر زاویه پره ها (۰، ۳۰ ، ۴۵، ۶۰ ، ۸۰) بر انتقال حرارتی همرفت، تابشی و جابه جایی توسط پژوهشگران مورد تحقیق واقع شده است. [8]

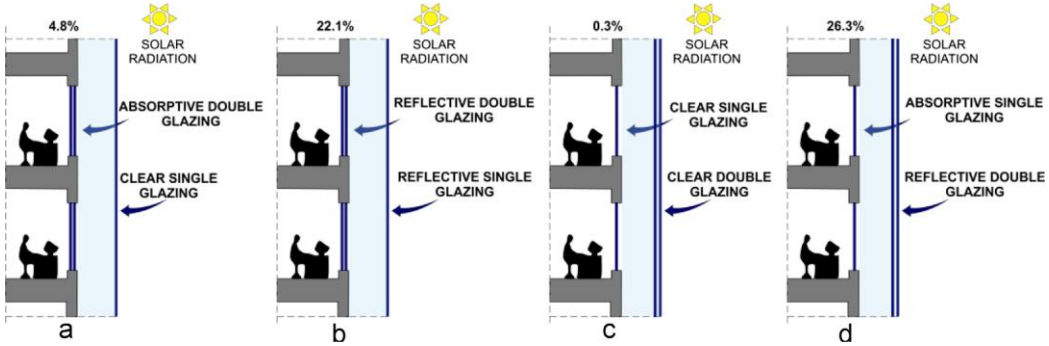


تصویر ۴: تنوع دستگاههای سایه اندازی (a) محل قرارگیری (b) ارزیابی زاویه [8]

به طور کلی، وسایل سایه اندازی دمای داخل حفره ها را بالا میبرد اگر از رنگهای تیره ساخته شده باشند. محل قرار گیری دستگاهها نیز بر روی میزان تهویه و دما تاثیرگذار است. قرار گیری آن در مرکز حفره باعث جریان یافتن هوا در دو طرف آن میشود و اگر نزدیک به لایه داخلی باشد منجر به بالا رفتن انتقال حرارت میشود. در مورد زاویه پره ها، میتوان زوایای افقی که به عنوان جذب کننده جریان عمل میکنند را پیشنهاد داد. بنابراین زوایای بالا تر به نظر مناسب تر می آیند.

۴-۳ خواص شیشه پوسته بیرونی

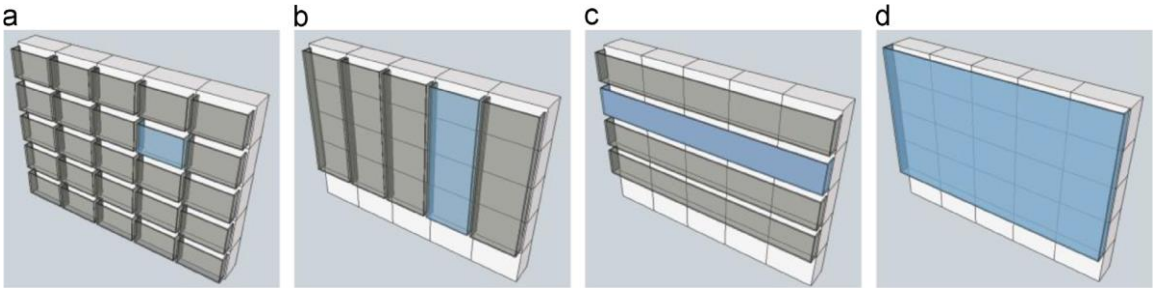
پرتوی خورشیدی که به پوسته بیرونی ساختمان برخورد میکند یا بازتابانده ، یا جذب و یا منتقل میشود. پرتوی خورشیدی که از پوسته بیرونی بگذرد به وسیله لایه داخلی جذب میشود و باعث بالا رفتن درجه حرارت آن و ایجاد پرتوهایی با طول موج بالا میشود که در درون حفره به دام افتاده اند و باعث بالا رفتن دمای داخل حفره نیز میشود. استفاده از شیشه دو جداره به عنوان لایه داخلی و شیشه تک جداره به عنوان لایه بیرونی مرسوم است. این شیشه دو جداره با کم کردن مولفه همرفتی و تابشی انتقال حرارت بار سرمایشی داخلی را کاهش میدهد.[8]



تصویر ۵: عملکرد ساختمان با نمای دو جداره تحت تنوع خواص شیشه ها [11]

۴-۴ ساختار

ایسترل[4] و همکارانش در پژوهشی یک دسته بندی از نماهای دو پوسته بر اساس سیستم سازه ای یا فرمی که به فضاهای واسط تقسیم شده، ارائه کرده اند:[8]



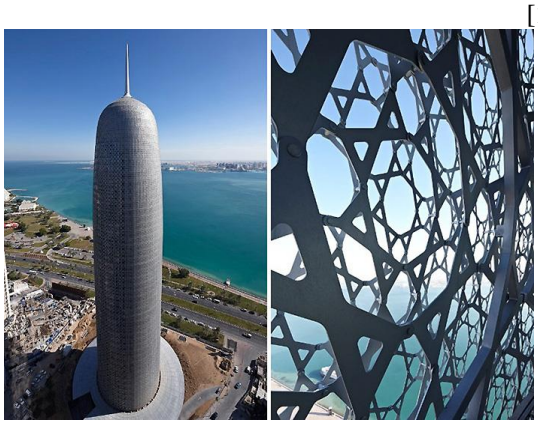
تصویر ۶: انواع مختلف نماهای دو پوسته از نظر ساختاری [8]

۵- ساختمانهای دارای نمای دو پوسته با موتیفهای معماری اسلامی

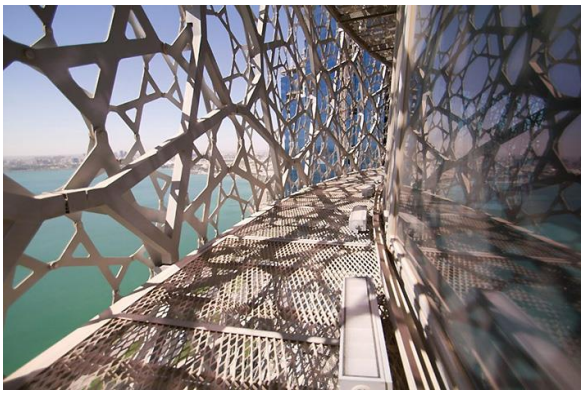
استفاده از نماهای دو پوسته با به کارگیری الگوهای معماری اسلامی اغلب در پروژه های بلندمرتبه در کشورهای عربی حوزه خلیج فارس دیده میشود که علاوه بر کارکردهای اقلیمی و کمک به کاهش بار مصرفی در ساختمان، نقش هویت بخشی و توجه به بافت و زمینه پروژه را نیز ایفا میکند. در ذیل به بررسی و معرفی این پروژه ها و بررسی مراحل و چهار چوب طراحی آنها پرداخته شده است.

۵-۱ برج دوحه

یکی از بناهای جدیدی که به عنوان مصداق کاربری امروزی گره‌های اسلامی در بحث از راز گره‌های اسلامی مطرح شد ساختمان برج دوحه در قطرست که توسط ژان نوول معمار فرانسوی طراحی شده است. معمار بنا با ارائه برخوردی متفاوت با شبکه های هندسی اسلامی و تداخل آنها با هم به صورت یک پوسته جدا بر روی بدنه برج توانسته آفتاب داغ قطر را در بخشهای لازم تا حد زیادی مهار و در بخشهای شمالی آن نورگیری بیشتری فراهم کند. فرم نرم و منحنی برج اگر چه در افق بلندمرتبه دوحه در کناره خلیج فارس گم است اما به دلیل تفاوت هندسه آن و نورپردازی متفاوت به خوبی شاخص می‌شود. [12]



تصویر ۷: نمای برج دوحه [13]



تصویر ۸: فضای حفره بین دو پوسته ساختمان [13]

[4] Oesterle

این برج یک ساختمان بلند مرتبه آیکونیک در کنار خلیج فارس است که در قسمت بالای آن فضایی ۳۶۰ درجه برای تماشای آبی دریا در نظر گرفته شده است. این برج دارای ۴۶ طبقه روی زمین، ۳ طبقه زیر زمین و مساحتی نزدیک به ۱۱۰،۰۰۰ متر مربع است. این طرح بیانگر فرهنگ منطقه ای و اتصال دهنده مدرنیته با طرحهای اسلامی تاریخی است. باز آفرینی صفحات شناشیل، که در این منطقه رایج هستند و ساخت پوشش بیرونی ساختمان از لایه توری ظریف در راستای تحقق معماری سنتی منطقه انجام گرفته است. این صفحات خورشیدی برگرفته از **فرم مشربی** های سنتی و الگوی خطی پروانه ای شکل هستند که در یک مقیاس گسترده تر به منظور شکست نور در حجم داخلی پراکنده شده اند. صفحات، هدف اصلی معماری سنتی خود در سایه اندازی روی ساختمان در درجه حرارت بالا و همچنین محافظت از آن در برابر برخورد ناخوشایند شن و ماسه به شیشه ها در این منطقه، را حفظ نموده اند. در نهایت فضای سبز بزرگ و باغ عمودی از اولین نمونه ها در نوع خود در منطقه دوحه هستند که با طراحی زیبا و صفحات نمای حجاری شده یک محیط مطلوب برای کار را فراهم کرده اند.[13] پوسته بیرونی نما در قسمت شمالی دارای ۲۵ درصد سایه، در قسمت جنوبی ۴۰ درصد سایه و در قسمت های شرقی و غربی ۶۰ درصد سایه می باشد. .[14]

جدول ۲: جدول هرشبرگر برج دوحه (نگارندگان)

برنامه دهی ارزش محور		اهداف	واقعیتها	نیازها	ایده ها
موضوعات انسانی	عملکردی	احداث ساختمان چند عملکردی در مرکز شهر دوحه	پایین آمدن عملکرد افراد در شرایط نامناسب آسایش داخلی	طراحی و ساخت ساختمانی برای تامین نیازهای حرارتی و آسایش افراد	تامین شرایط آسایش حرارتی با استفاده از کالبد ساختمان
	اجتماعی	تناسب ساختمان با منطقه از نظر هویتی	معماری هر منطقه باید نمودی از هویت آن باشد	ساختمانی که نشاندهنده عناصر هویتی معاری اسلامی باشد	استفاده از موتیفهای معماری اسلامی در کالبد خارجی ساختمان
	فیزیکی	فراهم آوردن شرایط آسایش و مناسب برای ساکنان و مخاطبان بیرونی پروژه (از لحاظ کالبدی)	دوحه دارای اقلیمی گرم و خشک با آفتاب سوزان و گرمای بالا و بادهای نا خوشایند شن و ماسه ست	ایجاد فضاهایی که بتوان در عین استفاده از نور روز از آثار نامطلوب نور خورشید و بادهای نا مطلوب جلوگیری کرد	طراحی نما دو پوسته به شکلی که میزان گشودگی گره های آن با توجه به میزان تابش خورشید و کنترل نفوذ آن طراحی شود
	فیزیولوژیکی	توجه به آسایش محیطی مربوط به ساختار فیزیولوژیکی بدن انسان	دریافت بالای حرارت خورشیدی باعث به وجودآمدن مشکلات فیزیولوژیکی برای افراد میشود	تامین آسایش حرارتی منطبق بر نیازهای فیزیولوژیکی افراد	کنترل نور دریافتی خورشید به وسیله سایه اندازی و دستگاههای کنترل نور و سایه بانها
	روان شناختی	توجه به مسائل مربوط به آسایش روحی در فضا و بالا بردن میزان رضایت شغلی کارکنان و افراد ساکن در برج	ساختمانی با بازشو های زیاد و دید بیشتر به فضای باز احساس روانی بهتری در افراد (در طولانی مدت) ایجاد میکند	ایجاد فضایی دارای امنیت و فراهم آوردن احساس آرامش و آسایش روانی در مخاطب	طراحی ساختمان به طوری که بتواند در بیشتر ساعات روز دید پاناروما به محیط اطراف داشته باشد
موضوعات محیطی	سایت	برقراری ارتباط مناسب و ایجاد تعامل با عناصر موجود در سایت	وجود عناصر شاخص از قبیل اتوبان و دید به آبی دریا	ساخت بنایی دارای ارتباط و هماهنگی مطلوب از نظر کالبدی و عملکردی و بصری با	ایجاد تعامل مناسب با عوامل و عناصر معماری و غیر معماری موجود در سایت: -ایجاد خط آسمان منحصر به فرد و کالبد خاص برج

			کلیه عناصر موجود در سایت و با هماهنگی کامل با بستر شهر دوحه	-دید و منظر مناسب از بنا به اتوبان و خلیج -استفاده از پارکها و تعریف فضای پیرامون پروژه در هماهنگی با آنها
	اقلیم	طراحی در راستای همسویی و پاسخگویی به نیازهای اقلیمی منطقه	دوحه با اقلیمی گرم و خشک، دارای روزهای سوزان و داغ است	پاسخگویی به نیاز سرمایشی بالا در ساختمان و کاهش نور و گرمای دریافتی خورشید	استفاده از نمای دو پوسته با سیستم سایه اندازی که به نور خورشید حساس باشد و نسبت به آن تنظیم شود
	زمینه	هماهنگی با زمینه و بستر شهر اسلامی دوحه	برخورداری منطقه از الگوهای خاص معماری اسلامی و راهکارهای اقلیمی در جهت پاسخگویی به شرایط آب و هوایی	ساخت بنایی که با وجود ارائه طرح و ایده ای نو در هماهنگی با زمینه و بافت معماری سنتی منطقه باشد	با توجه به تمامی عوامل محیطی و اقلیمی پوسته دوم نما با ایده گرفتن از مشربی ها و صفحات شناشیل معماری اسلامی که وظیفه فیلتر کردن نور نامطلوب را به همراه داشته، انجام گرفته است.
موضوعات تکنولوژیکی	مصالح	کاهش بار حرارتی وجود دید به خارج	ذخیره بار حرارتی بسیار زیاد توسط بدنه ساختمان	استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی پایین	استفاده از مصالحی با رنگ روشن و ظرفیت حرارتی پایین که کمترین میزان جذب حرارت را داشته باشد
	سیستم ها	کنترل نور دریافتی خورشید	چرخش و تغییر زاویه تابش خورشید در طول روز	استفاده از سیستمی که بتواند به حرکت و نوسانات خورشیدی پاسخ دهد	استفاده از سیستم سایه اندازی در نما برای کنترل نور دریافتی از خورشید
	فرایند ها	پاسخگویی به حرکت خورشید	تغییر زاویه و میزان تابش دریافتی در ساعات مختلف روز	منطبق بودن محل عناصر سایه انداز با زاویه تابش خورشید	تنظیم و کنترل میزان نفوذ نور خورشید به داخل فضا
موضوعات مادی طراحی	تغیر	در نظر گرفتن قابلیت تغییر در نما	تغییر زاویه خورشید	منطبق کردن تغییرات نما و تغییر زاویه تابش خورشید	استفاده از پوسته دوم نما به منظور کنترل نفوذ نور خورشید
	اجرا	اجرای پروژه در کمترین زمان با بیشترین کیفیت	محدودیت های مربوط به بودجه ساخت و زمان ساخت	اجرای اصولی پروژه در عین در نظر گرفتن محدودیت ها	طراحی پوسته دوم به شکل مدول تکرار شونده که کار ساخت و اجرا را آسانتر میکند

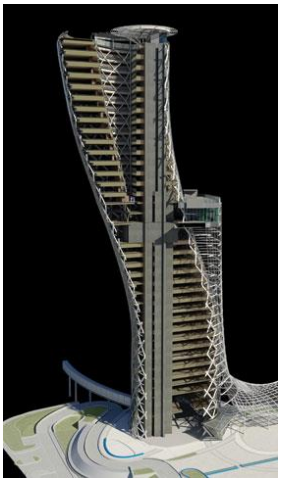
۲-۵ برج دروازه پایتخت (Capital Gate)

برج کاپیتال گیت (Capital Gate) یا دروازه پایتخت با ۱۶۰ متر ارتفاع و ۳۵ طبقه ،در ابوظبی ساخته شده است. طبق بیان مارترین دوفرین[5] طراح برج در رابطه با احداث برج: من در سال ۲۰۰۵ در جلسه‌ای که با آقای شیخ زائد، امیر امارات داشتم، قرار بر این شد که طرحی ارائه دهم تا علاوه بر اینکه به عنوان نماد شهر ابوظبی (پایتخت امارات) شناخته شود، دارای ویژگی‌های منحصر به فرد باشد و علاوه بر دارابودن تکنولوژی مدرن و فاکتور شکوه و زیبایی، با اقلیم منطقه نیز سازگار باشد. چون خود من به ارائه ایده منحصر به فرد بسیار اعتقاد دارم، طرح ابتدایی یک برج با بیشترین خمیدگی را ارائه دادم که این طرح مورد موافقت قرار گرفت و تصمیم بر این شد که این سازه در مرکز ملی نمایشگاهی ابوظبی احداث شود. این برج خمیده ترین سازه جهان است و با ۱۸ درجه انحنا به سمت غرب طراحی شده است. مقاومت سازه در برابر زلزله یکی از مشکلات طرح بود که برای این منظور هسته مرکزی ساختمان را دقیقا در جهت مخالف خمیدگی آن، و مستقیم به سمت بالا طراحی کرده اند. متریال اصلی در این سازه، فولاد ضدزنگ، بتن و شیشه است. این برج دارای مجتمع اداری و یک هتل ۵ ستاره با ۲۰۰ اتاق

[5] Pierre Martin Dufresne

می‌باشد. در نمای برج، دو فاکتور بسیار جالب توجه است، یکی انحنا زیاد و دیگری پنل‌های شیشه‌ای به کار رفته در سرتاسر برج است. در نمای کپیتال گیت از ۱۲۵۰۰ پنل شیشه‌ای مختلف با ۷۲۰ شکل متمایز استفاده شده است که این اشکال از فرمهای مختلف الماس الگوبرداری شده است.

سایه بان خورشیدی برای برج یک توری فلزی بسیار سبک است که از تراس طبقه ۱۸ام و ۱۹ام آویزان شده. در واقع تراس با فاصله ۱۲ متر از برج معلق شده است. آنها به پروفیلهای فولادی دیاگرید خارجی به شکل مورب و محکم بسته شده اند. در بخش متناظر این قسمت در بالای برج آتریوم مرکزی با یک سازه دایاگرید به هسته مرکزی متصل شده است که در مقطع قابل مشاهده هستند.[15]

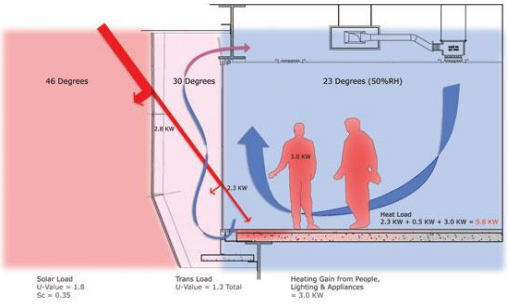


تصویر ۹: سازه های دایاگرید و پوسته نما [15]

تصویر۱۰: مقطع برج و موقعیت قرارگیری آتریوم [15]

توری فلزی سایه انداز ساخته شده از فرمهای فلزی سبک با استیل ضد زنگ و ۹۰٪ بازشو که به آن "Splash" گفته میشود. مهمترین شاخصه نمای برج، همین سازه سایه انداز در قسمت جنوبی ساختمان است که سپر محافظی در برابر پرتو مستقیم نور خورشید بر روی ساختمان است. توری فلزی ۳۰٪ نور خورشید را قبل رسیدن به ساختمان از بین میبرد، و باعث کاهش بار مصرفی تهویه مطبوع در طبقاتی که میشود که از سایه اش برخوردارند و همچنین سایه خارجی در قسمت ورودی اصلی ساختمان در طبقه همکف نیز ایجاد میکند.

در نیمه بالایی ساختمان از سیستم نمای دو پوسته برای کاهش گرمای دریافتی خورشید در قسمت هتل استفاده شده است. این سیستم یک نمای دو پوسته اصلاح شده است که هوای فضای داخل را از اتاق مهمان به داخل حفره نما بازیافت میکند. در واقع با این کار یک بافر عایق بین هوای سرد داخل و هوای گرم بیرون ایجاد میشود. هوای داخل بعد از چند بار استفاده با هوای خارج جایگزین میشود. شیشه هایی که در این برج به کار رفته از نوع کم گسیل بوده و قبل از آن هرگز در امارات استفاده نشده است. این شیشه ها برای نگهداشتن سرمای محیط داخلی و از بین بردن تابش خیره کننده در عین شفافیت نما طراحی شده اند. [16]



تصویر۱۱: نمای دو پوسته نیمه بالایی برج [16]

۳-۵ برجهای اداری تجاری البحار

برجهای دو قلو البحار که در سال ۲۰۱۲ تکمیل شد با ۲۹ طبقه و ۱۴۵ متر ارتفاع در ابوظبی پایتخت امارات قرار گرفته است. یکی از برجها شورای سرمایه گذاری ابوظبی را در خود جای داده و دیگری دفتر مرکزی بانک الهلال است.

ویژگی بارز این برجها پوسته ای متشکل از ۲۰۰۰ عنصر چتری شکل است که در پاسخ به شدت تابش آفتاب باز و بسته میشوند. این برجهای سازگار با محیط زیست از اولین ساختمانهای حوزه خلیج فارس است که موفق به دریافت رده نقره ای «رهبری در انرژی و طراحی زیست محیطی» (LEED) شده است.

تصویر۱۲: برجهای البحار در ابوظبی [17]

نگاهی اجمالی به آب و هوای ابوظبی مشخص میکند که این شهر دارای آب و هوایی با آفتاب شدید، دمای روزانه ای به طور پیوسته بالای ۳۵ درجه سانتیگراد و احتمال بارش صفر درصد می باشد. طراحی در چنین شرایط آب و هوایی دشواری حتی برای برترین معمارانی که طراحی زیست محیطی در اولویت کارشان است، بسیار دشوار خواهد بود. با چنین دمای بالا و تابش شدیدی تامین شرایط آسایش در داخل ساختمان تقریبا غیر ممکن خواهد بود مگر با تدابیر هوشمندانه.

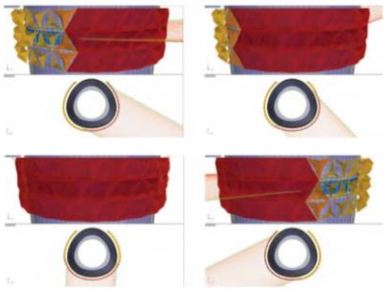
در مواجهه با چنین شرایط دشواری، مهندسین برای نمای برجهای البحار پوسته هوشمندی را طراحی کردند که ایده اولیه آن از "مشربی" گرفته شده بود. استفاده از معماری پارامتریک آنها را قادر به شبیه سازی عملکرد نما در پاسخ به شدت تابش آفتاب و تغییر زاویه تابش در طول روزهای مختلف سال نموده است.آن قسمت از پوسته نما که وظیفه سایه اندازی را به عهده دارد، مانند پرده ای با فاصله ۲ متر از جداره بیرونی به وسیله قابهای مستقلی مستقر گردیده است. هر مثلث با فایبر گلاس پوشیده شده و برای پاسخ به حرکت خورشید (به عنوان راهکاری برای کاهش خیرگی نور و همچنین شدت آفتاب تابشی به داخل) برنامه ریزی شده است. شب هنگام تمام صفحات بسته میشود. پیتر آبورن[6] نائب رئیس شرکت طراح چنین می گوید: همه آنها در شب تا میشوند و مانند چتر بسته میشوند و مقدار بیشتری از لایه زیرین نما را می توانید ببینید. صبح که خورشید طلوع میکند، صفحه هایی که در طرف شرق ساختمان قرار دارند باز میشوند و با حرکت خورشید به دور ساختمان، تمام پوسته با خورشید حرکت میکند. بر اساس تخمین ها چنین پوسته ای ۵۰ درصد شدت آفتاب تابشی به درون را کاهش میدهد و انرژی مورد نیاز ساختمان را برای تهویه مطبوع کاهش میدهد. علاوه بر این، قابلیت سایبان در کنترل ورود نور، امکان استفاده بیشتر از شیشه های با رنگ طبیعی را در نما فراهم میکند، چیزی که نور طبیعی بیشتری را در داخل ساختمان به ارمغان می آورد و نیاز به نور مصنوعی را کم میکند. این یعنی استفاده از روشی قدیمی به سبک جدید. [18]

تصویر ۱۳ : مدولهای باز و بسته شونده نما [17]

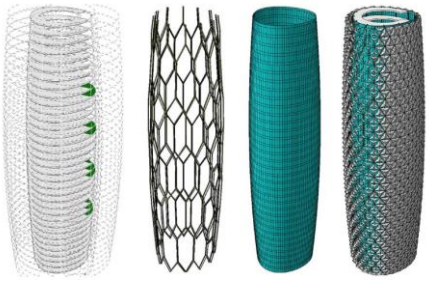
[6] Peter Oborn

برجهای البحار با الهام از موتیف اسلامی سنتی موفق به خلق طرحی نو با جذابیت بصری در سیستم اتوماتیک سایه اندازی ساختمان در بیرون شده است. این پروژه تبدیل به یک **نشانه شهری** شده که بازتاباننده میراث معماری منطقه همراه با تفکرات کلی حاکم در توسعه مدرن و پایداری ساختمان با استفاده از تکنولوژی های جدید است. این سایه بان متحرک اجاره میدهد که نور روز در ساعتهای مناسب دریافت شود و استفاده از نور مصنوعی و دستگاههای تهویه مطبوع را به اندازه قابل توجهی کاهش میدهد. در نتیجه در این پروژه میزان مصرف انرژی ۵۰ درصد کاهش یافته و استفاده از انرژی خورشیدی نیز تا ۸۰ ٪ افزایش یافته است همچنین از انتشار ۱,۷۵۰ تن گاز Co2 در سال جلوگیری میکند.[19]

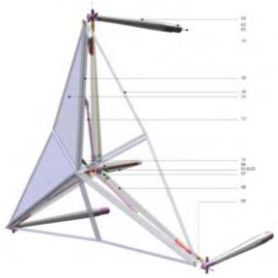
برایان همیلتون [۷]، یکی از مدیران گروه طراحی Aedas می گوید: این پروژه نشاندهنده مثالی بی نقص از کاربرد فن آوری و طراحی است. این ساختمان نه تنها دارای نمایی زیبا و بدیع است، بلکه به طور کامل منطبق با شرایط محیط و دوستدار محیط زیست است. این برج با احترام به طبیعت تاریخی، فرهنگی و زیست محیطی منطقه منعکس کننده هنر آرمانی و چشم انداز ابوظبی ست. [17]



تصویر ۱۴: دیاگرام مسیر تابش خورشید [19]



تصویر۱۵ : حرکت پوسته خارجی نما با توجه به زاویه تابش خورشید[19]



تصویر ۱۶: جزئیات مدول نما [19]

جدول ۳: جدول هرشبرگر برجهای البحار (نگارندگان)

برنامه دهی ارزش محور		اهداف	واقعیتها	نیازها	ایده ها
موضوعات انسانی	عملکردی	احداث ساختمان تجاری و اداری	پایین آمدن عملکرد افراد در شرایط نامناسب آسایش داخلی	طراحی و ساخت ساختمانی برای تامین نیازهای حرارتی و آسایش افراد	تامین شرایط آسایش حرارتی با استفاده از کالبد ساختمان
	اجتماعی	***	***	***	***
	فیزیکی	فراهم آوردن شرایط آسایش و مناسب برای ساکنان و مخاطبان بیرونی پروژه (از لحاظ کالبدی)	دبی دارای اقلیمی گرم و خشک با آفتاب سوزان و گرمای بالاست	ایجاد فضاهایی که بتوان در عین استفاده از نور روز از آثار نامطلوب نور خورشید جلوگیری کرد	طراحی نمای هوشمند که نسبت به حرکت خورشید واکنش نشان دهد و بسته به موقعیت قرارگیری آن باز و بسته شود تا بتواند به طور کامل از نور روز استفاده کند.
	فیزیولوژیکی	توجه به آسایش محیطی مربوط به ساختار فیزیولوژیکی بدن انسان	دریافت بالای حرارت خورشیدی باعث به وجودآمدن مشکلات فیزیولوژیکی برای افراد میشود	تامین آسایش حرارتی منطبق بر نیازهای فیزیولوژیکی افراد	کنترل نور دریافتی خورشید به وسیله سایه اندازی و دستگاههای کنترل نور و سایه بانها
	روان	توجه به مسائل	ساختمانی با بازشو	ایجاد فضایی دارای	طراحی ساختمان به طوری که بتواند در

[7] Bryan Hamilton

	شناختی	مربوط به آسایش روحی در فضا و بالا بردن میزان رضایت شغلی افراد	های زیاد و دید بیشتر به فضای باز احساس روانی بهتری در افراد (در طولانی مدت) ایجاد میکند	امنیت و فراهم آوردن احساس آرامش و آسایش روانی در مخاطب	بیشتر ساعات روز دید پاناروما به محیط اطراف داشته باشد
موضوعات محیطی	سایت	برقراری ارتباط مناسب و ایجاد تعامل با عناصر موجود در سایت	وجود عناصر شاخص از قبیل اتوبان شیخ زاید بن سلطان و دید به خلیج و پارکهای مجاور اطراف پروژه	ساخت بنایی دارای ارتباط و هماهنگی مطلوب از نظر کالبدی و عملکردی و بصری با کلیه عناصر موجود در سایت و با هماهنگی کامل با بستر شهر دبی	ایجاد تعامل مناسب با عوامل و عناصر معماری و غیر معماری موجود در سایت: -ایجاد خط آسمان منحصر به فرد و کالبد خاص برج -دید و منظر مناسب از بنا به اتوبان و خلیج -استفاده از پارکها و تعریف فضای پیرامون پروژه در هماهنگی با آنها
	اقلیم	طراحی در راستای همسویی و پاسخگویی به نیازهای اقلیمی منطقه	دبی با اقلیمی گرم و خشک، دارای روزهای سوزان و داغ است	پاسخگویی به نیاز سرمایشی بالا در ساختمان و کاهش نور و گرمای دریافتی خورشید	استفاده از نمای هوشمند با سیستم سایه اندازی که به نور خورشید حساس باشد و نسبت به آن تنظیم شود
	زمینه	هماهنگی با زمینه و بستر شهر دبی و ابوظبی	برخورداری منطقه از الگوهای خاص معماری اسلامی و راهکارهای اقلیمی در جهت پاسخگویی به شرایط آب و هوایی	ساخت بنایی که با وجود ارائه طرح و ایده ای نو در هماهنگی با زمینه و بافت معماری سنتی منطقه باشد	با توجه به تمامی عوامل محیطی و اقلیمی سیستم هوشمند نما با ایده گرفتن از مشربی های معماری اسلامی که وظیفه فیلتر کردن نور نامطلوب را به همراه داشته، انجام گرفته است.
موضوعات تکنولوژیکی	مصالح	کاهش بار حرارتی وجود دید به خارج	ذخیره بار حرارتی بسیار زیاد توسط بدنه ساختمان	استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی پایین	استفاده از مصالحی با رنگ روشن و ظرفیت حرارتی پایین که کمترین میزان جذب حرارت را داشته باشد استفاده از متریال فایبرگلاس در مدولهای نما
	سیستم ها	کنترل نور دریافتی خورشید	چرخش و تغییر زاویه تابش خورشید در طول روز	استفاده از سیستمی که بتواند به حرکت و نوسانات خورشیدی پاسخ دهد	استفاده از سیستم باز و بسته شونده هوشمند در نما برای کنترل نور دریافتی از خورشید
	فرایند ها	پاسخگویی به حرکت خورشید	تغییر زاویه و میزان تابش دریافتی در ساعات مختلف روز	منطبق بودن محل عناصر سایه انداز با زاویه تابش خورشید	تعریف حرکت در پوسته خارجی نما منطبق بر زاویه تابش خورشید
موضوعات مادی طراحی	تغیر	در نظر گرفتن قابلیت تغییر در نما	تغییر زاویه خورشید	منطبق کردن تغییرات نما و تغییر زاویه تابش خورشید	استفاده از پوسته دوم نما به منظور ایجاد تغییراتی هوشمند در آن و بر اساس زاویه تابش خورشید
	اجرا	اجرای پروژه در کمترین زمان با بیشترین کیفیت	محدودیت های مربوط به بودجه ساخت و زمان ساخت	اجرای اصولی پروژه در عین در نظر گرفتن محدودیت ها	طراحی پوسته دوم به شکل مدول تکرار شونده که کار ساخت و اجرا را آسانتر میکند

۶- ساختمانهای دارای نمای دو پوسته شیشه ای

استفاده از نمای دو پوسته شیشه ای در نمای ساختمانهای اداری در بیشتر نقاط دنیا کاربرد دارد که از این میان به بررسی چند نمونه از آنها پرداخته خواهد شد.

۶-۱ سوئیس ری (Swiss rei)

هدف این پروژه با رویکرد فنی، معماری، اجتماعی و فضایی جدید آن است که اولین برج اکولوژیکی لندن را به وجود آورد. در این برج، ایده هایی که با همکاری با کمینیستر فولر در طراحی کلیماتروفیس،پیوند جدیدی بین طبیعت و محیط کار بوجود آورد. این برج دارای پلان شعاعی با محیط دایره ای شکل است. از زاویه ی نیم رخ، این برج به سمت بالا عریض شده دوباره عرض آن کاهش یافته و در قسمت انتهای آن به حداقل می رسد.

با شیشه کاری کامل سطوح خارجی نور روز به طورکامل به داخل ساختمان هدایت می شود. کف هریک از طبقات، با توجه به طبقه ی پائین دوران یافته است. این کار باعث شده فضای بین شعاع های هر طبقه با یکدیگر ترکیب شود و فضای مارپیچی شکلی در بنا به وجود آید. این فضاها، مقیاس اجتماعی ساختمان را کوچکتر میکند و همچون« شش های» ساختمان هوای داخلی را تنظیم کرده، محیط مطلوبی به وجود می آورد. دریچه های تعبیه شده در طبقات و پوسته ی ساختمان نقش هدایت هوای تازه به داخل ساختمان را بر عهده دارند. در روند باز یافت، از هوای نامطلوب می توان برای گرمایش ساختمان استفاده کرد یا آن را به بیرون ساختمان هدایت نمود. فرم مارپیچی شکل که به وسیله ی دهلیز سرگشاده ی طبقات به وجود آمده، با ایجاد اختلاف فشار به جریان طبیعی هوا کمک می کند. این سیستم تهویه ی مطبوع مکانیکی نیست. در نتیجه مصرف انرژی این ساختمان در مقایسه با ساختمان های اداری معمول تا حد قابل توجهی کاهش می یابد. [20]

ویژگی دیگر این بنا به کارگیری روشهای صرفه جویی انرژی است که به آن امکان می دهد نصف مقدار انرژی یک برج مشابه را مصرف کند. شش محور استوانه ای مثل یک سیستم تهویهٔ طبیعی برای تمام ساختمان عمل می کنند و همچون یک شیشهٔ دو جدارهٔ غول آسا هستند. هوا بین دو لایه شیشه های دو جداره محصور می شود و برای فضای اداری داخل عایق ایجاد می کند. بادکشها در تابستان هوای گرم را به خارج از ساختمان می کشند و در زمستان با استفاده از گرمایش خورشیدی انفعالی ساختمان را گرم می کنند. بادکشها همچنین با راه دادن نور خورشید به درون ساختمان محیط کار را دلچسب تر می کنند و باعث صرفه جویی در هزینه های روشنایی می شوند پنجره ها به طور خود کار باز می شوند تا سیستم تهویهٔمطبوع را با تهویهٔ طبیعی تکمیل کنند. امکانی که به صرفه جویی در مصرف انرژی تا ۴۰ در صد در سال کمک می کند.

۶-۲ دروازه شهر (City Gate)

این ساختمان شامل دو برج شیشه ای موازیست که یکی از آنها با دید پاناروما به تمام فضای بیرون تنظیم شده است. با توجه به نمای شیشه دو جداره و سیستم تهویه هوا، هزینه های مصرف انرژی در این بنا ۷۰٪ کمتر از نمونه های مشابه است. تهویه طبیعی فضای داخلی از طریق نما و آتریوم مرکزی ۱۵ طبقه، باعث ورود هوای مطبوع به محیط کار و ایجاد یک خرد اقلیم متعادل در محیط کار این ساختمان شده است. حتی با وجود تابستانهای گرم باز هم دمای محیط داخلی مطبوع باقی می ماند. [21]

جدول ۴: جدول هرشبرگر برج دروازه شهر(نگارندگان)

برنامه دهی ارزش محور		اهداف	واقعیتها	نیازها	ایده ها
موضوعات انسانی	عملکردی	احداث ساختمان کم مصرف	بالا بودن هزینه های مصرف انرژی	کاهش مصرف انرژی	تامین شرایط آسایش حرارتی با استفاده از پوسته ساختمانی
	اجتماعی	***	***	***	***
	فیزیکی	فراهم آوردن شرایط آسایش کارمندان در تمام طول سال	زمستانهای سرد تابستانهای گرم	استفاده از نور روز و داشتن دمای مطلوب داخلی	طراحی نمای دو پوسته و استفاده از تهویه طبیعی
	فیزیولوژیکی	توجه به آسایش محیطی مربوط به ساختار فیزیولوژیکی بدن انسان	عدم وجود دمای مناسب کارایی انسان را کاهش میدهد	تامین آسایش حرارتی منطبق بر نیازهای فیزیولوژیکی افراد	بالا بردن استفاده از نور روز در عین کنترل دما

	روان شناختی	توجه به مسائل مربوط به آسایش روحی در فضا و بالا بردن میزان رضایت شغلی افراد	ساختمانی با بازشو های زیاد و دید بیشتر به فضای باز احساس روانی بهتری در افراد (در طولانی مدت) ایجاد میکند	ایجاد فضایی دارای امنیت و فراهم آوردن احساس آرامش و آسایش روانی در مخاطب	طراحی ساختمان به طوری که بتواند در بیشتر ساعات روز دید پاناروما به محیط اطراف داشته باشد
موضوعات محیطی	سایت	***	***	***	***
	اقلیم	طراحی در راستای همسویی و پاسخگویی به نیازهای اقلیمی منطقه	زمستانهای سرد و تابستانهای نسبتا گرم	پاسخگویی به نیاز گرمایشی ساختمان در زمستان و ایجاد تهویه طبیعی در تابستان	طراحی نما به صورتی که با بادهای کم سرعت هم تهویه طبیعی جریان داشته باشد (تابستان)- آتریوم مرکزی و نقش تهویه
	زمینه	***	***	***	***
موضوعات تکنولوژیکی	مصالح	شفافیت مصالح و دید به بیرون	امکان اتلاف بیشتر انرژی از جداره های شیشه ای	جلوگیری از اتلاف انرژی	طراحی نمای دو پوسته و ایجاد عایق برای جلوگیری از هدر رفت انرژی
	سیستم ها	کاهش میزان مصرف	بالا بودن مصرف انرژی در ساختمانهای اداری	روشهای کاهش میزان مصرف انرژی	استفاده از سیستم دودکش خورشیدی در آتریوم مرکزی
	فرایند ها	***	***	***	***
موضوعات مادی طراحی	تغییر	***	***	***	***
	اجرا	***	***	***	***

۶-۳ کامرز بانک (Commerzbank)

کامرز بانک کار نورمن فاستر در فرانکفورت، در واقع شروعی برای سازه های شهری پایدار بود. باغهای زمستانی و نمای دو پوسته این ساختمان از مهمترین ویژگیهای طراحی معماری این بنا هستند. این باغها در طبقات برج به نور خورشید اجازه میدهد تا به عمق بیشتری نفوذ کند و این امر باعث ایجاد فضای کار خوشایندی برای کارکنان میشود. کامرز بانک بلندترین ساختمانی در اروپاست که نشان میدهد پایداری و طراحی آگاهانه انرژی در مقیاس برج نیز قابل انجام است.[22]

جدول ۵: جدول هرشبرگر کامرز بانک (نگارندگان)

برنامه دهی ارزش محور		اهداف	واقعیتها	نیازها	ایده ها
موضوعات انسانی	عملکردی	ساخت بنایی پایدار	دشواری رسیدن به این هدف در برجها	پاسخگویی به معماری پایدار	ایجاد فضای سبز در طبقات- تهویه طبیعی- کاهش میزان مصرف انرژی
	اجتماعی	ایجاد تعملات اجتماعی در فضای کار	انسان موجودی اجتماعیست	برقراری ارتباطات اجتماعی در محیطهای کاری	احداث باغهای زمستانی و آتریوم مرکزی
	فیزیکی	فراهم آوردن شرایط آسایش کارمندان در تمام طول سال	زمستانهای سرد تابستانهای گرم	استفاده از نور روز و داشتن دمای مطلوب داخلی	طراحی نمای دو پوسته و استفاده از تهویه طبیعی به همراه بهره گیری از نور روز
	فیزیولوژیکی	توجه به آسایش محیطی مربوط به ساختار فیزیولوژیکی بدن انسان	عدم وجود دمای مناسب کارایی انسان را کاهش میدهد	تامین آسایش حرارتی منطبق بر نیازهای فیزیولوژیکی افراد	بالا بردن استفاده از نور روز در عین کنترل دما و تعدیل دما با فضای سبز
	روان شناختی	توجه به مسائل مربوط به آسایش	ارتباط انسان با گیاه و فضای سبز باعث	ایجاد فضایی دارای امنیت و فراهم آوردن	طراحی ساختمان در ترکیب با فضا های سبز

		روحی در فضا و بالا بردن میزان رضایت شغلی افراد	تقویت روحیه در او میشود	احساس آرامش و آسایش روانی در مخاطب	
موضوعات محیطی	سایت	احداث سازه پایدار شهری	پر اهمیت بودن چنین بناهایی در ساختار شهری	ساختمان پایدار شهری	تحقق ایده های معماری پایداری در قالب یک برج
	اقلیم	طراحی در راستای همسویی و پاسخگویی به نیازهای اقلیمی منطقه	زمستانهای سرد و تابستانهای نسبتا گرم	پاسخگویی به نیاز گرمایشی ساختمان در زمستان و ایجاد تهویه طبیعی در تابستان	طراحی نما با نمای دو پوسته و پنجره های قابل کنترل توسط افراد- ایجاد خرد اقلیم داخلی
	زمینه	***	***	***	***
موضوعات تکنولوژیکی	مصالح	شفافیت مصالح و دید به بیرون	امکان اتلاف بیشتر انرژی از جداره های شیشه ای	جلوگیری از اتلاف انرژی	طراحی نمای دو پوسته و ایجاد عایق برای جلوگیری از هدر رفت انرژی
	سیستم ها	کاهش میزان مصرف	بالا بودن مصرف انرژی در ساختمانهای اداری	روشهای کاهش میزان مصرف انرژی	استفاده از سیستم دودکش خورشیدی در آتریوم مرکزی و بهره گیری از باغهای سبز
	فرایند ها	***	***	***	***
موضوعات مادی طراحی	تغییر	***	***	***	***
	اجرا	***	***	***	***

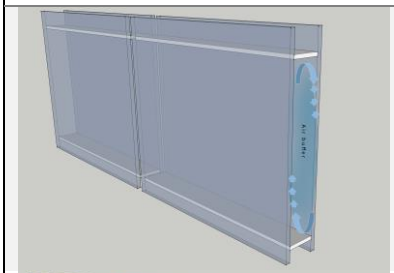
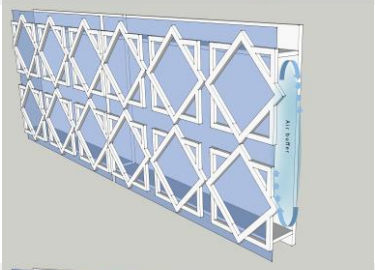
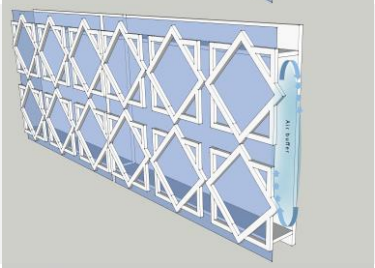
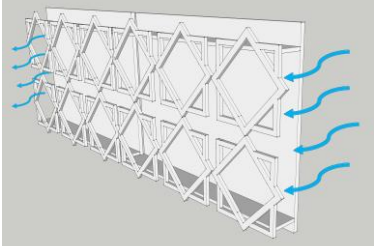
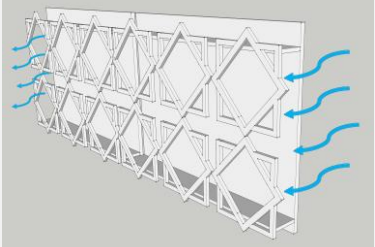
۷- نتیجه‌گیری

استفاده از نمای دو پوسته در ساختمانهای اداری یکی از راههای موفق در کاهش مصرف انرژی ساختمان در اقلیم های مختلف است. اما دلیل استفاده از نماهای دو پوسته با الهام گرفتن از الگوها و موتیفهای معماری اسلامی کاملا مشخص است. این قبیل نماها بیشتر در کشورهای اسلامی حوزه خلیج فارس دیده میشود که علاوه بر کارکرد اقلیمی نقش هویتی و فرهنگی نیز ایفا میکند. این سبک طراحی در کشورهای اسلامی حوزه خلیج فارس یادآور یک معماری آیکونیک است که به المانهای معماری سنتی این سرزمینها اشاره میکند. از آنجایی که در این اقلیم تنها معضلی که باید با آن مقابله کرد تابش زیاد خورشید است بنابراین مسئله سایه اندازی اهمیت پیدا میکند و نماهای دو پوسته با شبکه های سایه انداز خارجی هم نقش اقلیمی برای ساختمان دارد و هم نقش هویتی و نمادین بودن. در اقلیم گرم و سوزان کشورهای عربی زمستان سختی وجود ندارد بنابراین از قابلیت بافر حرارتی در نما و بخصوص در جداره رو به خورشید استفاده نمیشود. اما در برج دروازه پایتخت در قسمت شمال برج که مشکل سایه اندازی وجود ندارد و تابش مستقیم خورشید هم در این ضلع آزار دهنده نیست، از هوای داخل حفره به عنوان لایه عایق حرارتی استفاده شده است.

اما در اقلیمهای سرد از نماهای دو پوسته به شکل دیگری استفاده میشود و معمولا دستگاههای سایه انداز تنها در ساعاتی از روز مورد استفاده هستند و اغلب استفاده از نور روز دغدغه این اقلیمها در کاهش میزان مصرف انرژی در بخش روشنایی است. علاوه بر این در تابستانها با باز کردن دریچه های حفره بین دو پوسته نما از جریان هوای ایجاد شده داخل حفره برای کاهش بار سرمایشی داخل ساختمان استفاده میشود و در زمستانها نیز با استفاده از حفره هوا به صورت یک بافر حرارتی، از نقش عایق بودن آن در کاهش بار گرمایشی داخل ساختمان استفاده میشود.

مطالعه نمونه های فوق نشانگر میزان اهمیت و کارایی نماهای دو پوسته در اقلیم های مختلف با الزامات خاص خود است؛ با توجه به تنوع اقلیمی موجود در ایران میتوان از راهکارهای استفاده شده در شرایط آب و هوایی مشابه استفاده کرد، نتایج حاصل از این پژوهش برای اقلیمهای مختلف در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۶: ارائه الگوهای نمای دو پوسته برای اقلیمهای مختلف ایران

نوع اقلیم	نیاز گرمایشی و سرمایشی	ویژگی اقلیمی	نوع نما	تصویر شماتیک
اقلیم سرد و کوهستانی	نیاز گرمایی بالا	زمستانهای سرد تابستانهای معتدل	نمای دو پوسته با حفره میانی و بافر هوا	
اقلیم گرم و خشک	نیاز سرمایی بالا	زمستانهای سرد تابستانهای گرم و سوزان	نمای دو پوسته با جداره مجوف (سیستم سایه انداز) و بافر هوا	
اقلیم سرد و خشک	نیاز گرمایی و سرمایی بالا	زمستانهای سرد تابستانهای گرم	نمای دو پوسته با بافر هوا و سیستم سایه انداز	
اقلیم معتدل و مرطوب	نیاز انرژی متوسط	زمستانهای معتدل تابستانهای معتدل	نمای دو پوسته بدون بافر هوا	
اقلیم گرم و مرطوب	نیاز سرمایی بالا	تابستانهای گرم و سوزان	نمای دو پوسته با جداره مجوف (سیستم سایه انداز و بدون بافر هوا)	

بنابراین میتوان به صورت کلی گفت که در اقلیمهایی که گرما و نور خورشید در ساعات زیادی از روز وجود دارد میتوان از شبکه های مشبک و هندسه اسلامی به عنوان پرده های سایه انداز روی نما استفاده کرد با این تفاوت که عامل تعیین کننده میزان رطوبت منطقه است. در مناطقی که رطوبت هوا بالاست به دلیل وجود اختلاف کم بین دمای شب و روز و تابستان و زمستان نباید از حفره میانی به عنوان بافر هوا استفاده کرد بلکه باید از فرم مجوف سیستم سایه اندازی برای تهویه بیشتر و گردش هوا بر روی نما بهره گرفت.

مراجع

[۱] راهنمای انجام ممیزی انرژی سریع در ساختمان، پرتال سازمان بهره بری انرژی ایران، سابا

[۲] زربخش، م. ح. ، ۱۳۹۴، طرح مدیریت مصرف انرژی در ساختمانهای دولتی با همکاری دفاتر مدیریت مصرف و بسیج ادارات، دفتر آموزش سازمان بهره وری انرژی ایران، سابا. [Available: aupa.ir/wp-content/uploads/2016/12/saba.pdf

[3] www. Pinterest.com

[4] Nicol F, Humphreys M, Humphreys M. Adaptive thermal comfort: principles and practice. London: Routledge; 2012.

[5] Quesada G, Rousse D, Dutil Y, Badache M, Hallé S. A comprehensive review of solar facades. Transparent and translucent solar facades. Re new Sustain Energy Rev2012;16:2643–51.

[6] Pomponi F, Ip DK ,Pirooz far DP. Assessment of double skin façade technologies for office refurbishments in the United Kingdom. In: Passer A., editor. International Sustainable Building Conference Graz; 2013.

[7] Ding W ,Hasemi Y, Yamada T. Natural ventilation performance of a double- skin façade with a solar chimney. Energy Build 2005;37:411–8.

[8] Barbosa,S., Lp, K., Perspective of double skin facades for naturally ventilated buildings: A review, Renewable and sustainable Energy Reviews,2014.

[9] Rundle CA, Lightstone MF, Oosthuizen P, Karava P, Mouriki E. Validation of computational fluid dynamics simulations for atria geometries. Build Environ 2011;46:1343–53.

[10] Radhi H, Sharples S ,Fikiry F. Will multi-façade systems reduce cooling energy in fully glazed buildings? A scoping study of UAE buildings Energy Build 2013;56:179–88.

[11] Pérez-Grande I ,Meseguer J,Alonso G .Influence of glass properties on the performance of double-glazed facades .Appl Therm Eng 2005;25:3163–75.

[12] http://yanondesign.com

[13] http://www.arch2o.com

[14] iranarchitects.com

[15] http://www.ctbuh.org

[16] Schofield,J,2012, Case study: Capital Gate, Abu Dhabi, CTBUH Journal, Issue II, pp:10-17.

[17] http://www.ahr-global.com/Al-Bahr-Towers

[18] www.memaran.ir

[19] CTBUH Innovation Award (winner),Al Bahar Towers- External Automated Shading System, 2012: 172-177.

[20] http://www.arel.ir

[21] http://www.stadttor.com

[22] Noble ,Ch., Commerzbank: A sustainable Skyscraper, Architecture 489, Structure Innovations, 2002, pp.68-78.

Conference on
Civil engineering, Architecture & Urbanism
of the ISLAMIC COUNTRIES
Tabriz - IRAN

ISC Code 96170-70304

Verification code: PE-BFFI
http://cau2018.ir/verify

Certificate of Paper Admission, Publication & Presentation

Dear Mr. / Ms. Hanieh Gholami, Mahmoud Feizabadd, Hamed Kamelnia, Mahdi Oloomi Baigi

Hereby This is to Certify that your Paper Entitled as:

Investigating different methods of using DSF in reducing energy consumption for office buildings in Iran

Has been Admitted to be Published in Proceedings of the Conference upon opinion of the Review Committee of the Conference on Civil Engineering, Architecture and Urbanism of the Islamic Countries and has been oral-presented in this Conference held in Tabriz with Permission of ISC from Ministry of Science, Research and Technology of Islamic republic of Iran with the license number of **96170-70304**. We ask The Almighty your ever-increasing Success in Knowledge and Research Areas.

Dr. Alireza Soltani
Scientific Secretary

Arman Samari
executive secretary

CERTIFICATE
www.CAU2018.ir