ارتقای اصول طراحی نماهای هوشمند در ساختمان‌های اداری با بهره‌گیری از روش اینترنت اشیا

هدیه سادات حسینیان[۱]، راضیه لبیب‌زاده[۲]

تاریخ دریافت: ۱۸-۰۵-۱۴۰۲، تاریخ پذیرش: ۲۰-۰۸-۱۴۰۲

DOI: 10.22034/RAU.2023.2008909.1052

چکیده

مطالعات انجام‌شده در حوزه طراحی نماها در معماری بسیار گسترده است. در سال‌های اخیر معماران به طراحی نمای هوشمند در تعامل با عوامل محیطی، گرایش پیدا کرده‌اند. محدودیت منابع انرژی و افزایش روزافزون مصرف آن، سبب استفاده از تکنولوژی‌های هوشمند جهت انتقال بسته‌های اطلاعاتی در یک شبکهٔ یکپارچهٔ متصل که صرفه‌جویی در زمان و هزینه را به همراه دارد، شده است. در این مقاله به بررسی تکنولوژی نمای هوشمند با تأکید بر استفاده از روش اینترنت اشیا توسط نرم‌افزارهای موجود در تلفن‌های هوشمند، رایانه‌ها و... برای ادغام مستقیم دنیای فیزیکی و سیستم‌های کامپیوتری و قابلیت کنترل و مدیریت از راه دور به‌وسیلهٔ سیستم‌های متصل به اینترنت بر اساس زوایای بهینه سلول‌های فتوولتائیک در ساختمان‌های اداری پرداخته شد. در تحقیق حاضر از دو روش تحقیق اسنادی و توصیفی استفاده شد. در این پژوهش، مبانی نظری، به‌وسیلهٔ ابزار کتابخانه‌ای و بررسی اسناد، مدارک، منابع و به همراه مطالعات میدانی با استفاده از روش تحلیل محتوا استخراج‌شده است. در این راستا، طرح پیشنهادی ساختمان بلوک چهار آموزشی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران نیز به‌عنوان مصداق این پژوهش، ارائه گردید. یافته‌های پژوهش نشان از رابطه‌ای هدف‌دار میان پوسته ساختمان و کنترل انرژی دارد به این صورت که با طراحی این نوع پوسته‌ها و استفاده از زوایای بهینه برای نما که کاملاً جدا از آن است؛ بتوان نور و گرمای اضافی را تحت کنترل قرار داد و از طریق فناوری‌های بی‌سیم و فرکانس‌های رادیویی و درنتیجه ذخیره انرژی و حتی تولید آن، بتوان هزینه‌های ساختمان و انرژی‌های مصرفی را تأمین نمود. با این نوع طراحی‌ها می‌توان ساختمان‌هایی هماهنگ با محیط اطراف خود فراهم نمود. بدین‌صورت که پوسته‌های متحرک به دلیل توانایی تغییر در شرایط متفاوت، نقش بسزایی در کنترل مصرف انرژی و ذخیره‌سازی آن دارد.

کلیدواژگان: پوسته متحرک، ذخیره انرژی، روش اینترنت اشیا، فضای اداری، نماهای هوشمند.

---

۱. کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران (نویسندهٔ مسئول).
Email: hedieh.hosseinian@srbiau.ac.ir

۲. استادیار گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.
Email: r-labibzade@srbiau.ac.ir

مقدمه

حدود ۳۷ درصد از انرژی کشور در بخش ساختمان، مصرف می‌شود. ساختمان‌های عمومی و دولتی، ۷۰ درصد این انرژی را به خود اختصاص می‌دهند. یکی از ساختمان‌های پرمصرف در بخش انرژی ساختمان‌های اداری است. در حال حاضر طراحی نماهای متحرک نقش بسزایی در کنترل نور و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر دارد که در این مقاله مورد مطالعه قرار گرفته است (صفایی تبار، ۱۳۹۶، ۱۶).

محدودیت منابع سوخت‌های فسیلی، مشکل آلودگی و نیز پدیده گرم شدن کره زمین موجب شد که بستر در طراحی معماری از نیمه اول دهه پنجاه شمسی (اوایل دهه هفتاد میلادی) موردتوجه قرار گیرد. کنترل روند مصرف انرژی را از منابع و حامل‌های تجدیدناپذیر و نیز کاهش آثار منفی زیست‌محیطی ناشی از آن، در اولویت کار خود قرار گرفت. لذا پیش از بحران نفتی سال ۱۹۷۳ میلادی، کشورهای صنعتی کوشیدند تا با اقدامات مناسب، مصرف سوخت بخش‌های مختلف خود را کاهش دهند و استفاده منطقی از انرژی و بهینه‌سازی مصرف را از مسائل عمده خود به‌حساب آورند. ازاین‌رو، طراحی بهینه ساختمان‌ها، میزان مصرف انرژی را تا حدود قابل‌توجهی کاهش می‌دهد (طاهباز، ۱۳۹۶، ۴). لذا استفاده از فنّاوری هوشمند پارامتریک با به‌کارگیری از اینترنت اشیا در روش فعال خورشیدی جای می‌گیرد که در این روش، می‌توان از فنّاوری و ابزارهای نوین محدوده وسیعی از حسگرها، جهت ذخیره انرژی و کنترل شرایط زیست‌اقلیمی استفاده نمود.

امروزه می‌توان، با ایده اضافه کردن حس‌گر به اشیا و انتقال داده‌های مورد نظر به آن‌ها، کنترل انرژی و بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها را فراهم نمود. در حقیقت، یک شبکه پیوسته از اطلاعات که از طریق اینترنت با یکدیگر در ارتباط هستند را می‌توان اینترنت اشیا نامید. با استفاده از عملکرد اینترنت اشیا در ساختمان‌ها می‌توان از طریق کنترل جریان برق، دمای داخلی، سیستم آلارم هوشمند آسایش و رفاه را برای ساکنان و استفاده‌کنندگان فراهم نمود. در این راستا، می‌توان با طراحی این‌گونه از ساختمان‌ها موجب بهینه‌سازی در مصرف انرژی نیز شد. ارتباطات کنونی پخش از راه دور به عنوان اندیشه اساسی این ایده امری اجتناب‌ناپذیر است. نزدیکی مجموعه‌ای از چیزها یا اقلام در اطراف ما، به‌عنوان‌مثال، شناسایی فرکانس رادیویی برچسب‌ها، حسگرها، محرک‌ها، تلفن‌های همراه و غیره که می‌توانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند و با همسایگان خود برای دستیابی به اهداف مشترک مشارکت کنند (Hos-seinian, Damghani,2019). سیستم‌های هوشمند با انتقال اطلاعات لحظه‌ای خود قادر خواهند بود نور اضافی را نیز از راه دور کنترل کنند.

ازجمله راهکارهای کاهش مصرف انرژی استفاده از معماری پارامتریک است. در این معماری، نمای هوشمند متحرک با قابلیت تنظیم و کنترل آن با زوایای بهینه توسط انسان یا به‌وسیله برقراری راه‌های انتقال اطلاعات از راه دور و برقراری فرکانس‌های رادیویی، به عنوان روشی جهت استفاده مناسب از منابع انرژی است. در طراحی نمای هوشمند قابلیت کنترل و تنظیم کاملاً در اختیار طراح و معمار است. می‌توان عوامل تأثیرگذار در طراحی فضاهای مختلف را بکار گرفت. در این صورت بهترین نتیجه دلخواه حاصل شود (حسنی، ۱۳۹۶، ۱).

حفظ انرژی برای آیندگان امری مهم تلقی می‌شود. ساختمان‌های اداری نیز سهم زیادی در میزان مصارف انرژی در کشور را دارند. می‌توان از روش‌های نوین کنترل میزان انرژی استفاده نمود. ازجمله این روش‌ها انتخاب نمای هوشمند است. این نماها با کنترل میزان نور در فضاهای داخلی و همچنین استفاده از سلول‌های فتوولتائیک با زوایای بهینه، به تولید یا ذخیره انرژی می‌پردازند. به‌این‌ترتیب ساختمان‌های جدید انطباق‌پذیرتر با محیط اطراف‌شان هستند. بر این اساس، طراحی نمای پارامتریک و استفاده از سلول‌های فتوولتائیک بر روی این نما، در ساختمان بلوک چهار آموزشی دانشگاه علوم تحقیقات تهران، صورت پذیرفت. به‌این‌ترتیب با کنترل میزان نور از طریق زوایای بهینه به‌دست‌آمده نماهای پارامتریک در فضاهای اداری، بخش مهمی از مصارف انرژی کشور مدیریت می‌شود.

روش تحقیق

در تحقیق حاضر از دو روش تحقیق اسنادی و توصیفی استفاده شد. در این پژوهش، مبانی نظری، به‌وسیلهٔ ابزار کتابخانه‌ای و بررسی اسناد، مدارک، منابع و به همراه مطالعات میدانی با استفاده از روش تحلیل محتوا استخراج‌شده است. در این راستا، طرح پیشنهادی ساختمان بلوک چهار آموزشی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران نیز به‌عنوان مصداق این پژوهش، ارائه گردید. لذا معماری پارامتریک به‌عنوان متغیر مستقل و کنترل

DOI: 10.22034/RAU.2023.2008909.1052

نوردهی فضاهای اداری به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. در ابتدا با بررسی داده‌ها، اطلاعات موردنیاز برای پژوهش حاضر، موردبررسی قرار گرفت. سپس از طریق روش محتوای کیفی و مصداق پژوهی از طریق تحلیل و استدلال منطقی بررسی اجمالی بهبود در میزان ذخیره انرژی نمای هوشمند در ساختمان بلوک چهار آموزشی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، صورت پذیرفت. همچنین بر اساس مطالعات انجام‌شده، زوایای بهینه نمای پارامتریک برای پاسخ به نیازهای افراد در ساختمان‌های اداری ساخته‌شده در شرایط اقلیمی و محیطی ارائه گردید؛ و با ارزیابی مدارک معتبر و نمونه‌های به‌کاررفته در معماری، کارآمدترین فنّاوری را با توجه به نیازهای انسانی و بر اساس بهبود کیفیت زندگی آن‌ها مورد نتیجه‌گیری واقع شد. فرایند تبدیل به کیفیت‌ها مقصود نهایی این پژوهش است. به‌منظور شناسایی مقوله‌های اصلی و فرعی نیازها و انتظارات انسان‌ها از فضا، از این روش استفاده گردید. به کمک فنّاوری و از طریق روش اینترنت اشیا به آن‌ها پاسخ‌داده‌شده است. این روش، بیشتر در روند پژوهی، پژوهش‌های تلفیقی، بررسی تصویر واقعیت بررسی میزان انطباق برنامه‌ها با ویژگی‌ها و ویژگی‌های ساختاری و محتوایی به‌کاربرده می‌شود.

اهداف مشخص تحقیق

هدف آرمانی پروژه، تحقق و توسعه پایدار در معماری با استفاده از نظام‌های نوین است. هدف اصلی، طراحی نماهای هوشمند در ساختمان‌های اداری با بهره‌گیری از روش اینترنت اشیا با استفاده از معماری پارامتریک است. اهداف فرعی جهت رسیدن به هدف کلی عبارت‌اند از: ۱- به‌کارگیری فناوری‌های نوظهور در طراحی ساختمان‌های اداری؛ فناوری‌هایی که استفاده از آن‌ها منافعی برای جامعه دارد. این‌گونه فناوری‌ها هنوز در مرحله پیش رقابتی قرار دارند و می‌توانند برای سرمایه‌گذاری انتخاب شوند. ۲- شناسایی و طراحی مناسب برای دستیابی به فن‌آوری‌های نوظهور برای آینده نسل بشر؛ این تحقیقات پیش‌زمینه‌ای برای حل مسائل علمی شناخته‌شدهٔ فعلی یا آتی خواهند بود.

سؤالات تحقیق

وقتی حرف از فناوری‌های نوین به میان می‌آید، اولین و پرتکرارترین سؤال این است که:

تعریف و پیشینه فناوری‌های نوین چیست؟ شاید کوتاه‌ترین و مفیدترین پاسخ برای این سؤال این است که با استفاده از این نوع فناوری‌های جدید می‌توان از وقوع بحران‌های آینده جلوگیری نمود.

با توجه به پیشینه، لزوم طراحی معماری پارامتریک در حوزه ساختمان‌های اداری چیست؟ از همه مهم‌تر، به چه درد انسان می‌خورد؟ ازجمله این موارد می‌توان به سهم قابل توجه مصرف انرژی ساختمان‌های اداری در مصارف کشور اشاره نمود. در این راستا، طراحی پارامتریک در این زمینه بسیار موردتوجه خواهد بود.

ارتباط میان معماری و مصرف انرژی چگونه است و در حوزه طراحی ساختمان‌ها، چگونه می‌توان به آینده نسل بشر کمک کرد؟

پیشینه پژوهش

رافائل رویج در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود در سال ۱۹۶۴ میلادی، با عنوان جهان پیوسته فردیک جی کسلر، در مورد طراحی بر اساس معماری پارامتریک مطالبی را عنوان نموده و معتقد است که فن‌آوری‌های جدید کامپیوتری می‌توانند به طراحی و ساخت بناها کمک کنند (Rafael roig, 1964). بن وان برکل و استودیو کارولین باس در مقاله خود در سال ۱۹۹۵ به‌طور خلاصه چگونگی استفاده از ابزارهای محاسباتی را برای درک زیرساخت‌های بزرگ شهری از طریق به‌کارگیری معماری پارامتریک تشریح نمودند که از طریق کدنویسی در برنامه می‌توان تحویلی جدید در حل بحران‌های پیشِ رو انجام داد (Ben van berkel, caroline, 1995).

یوسوکی اوباشی در رسالهٔ خود در سال ۲۰۰۲ تحت عنوان ویو گاردن در دانشگاه پریستون، از اصول طراحی پارامتریک در طراحی مراکز خدماتی بهره برد. او این اصول را در طراحی خود لحاظ نمود. او در رسالهٔ خود به تأثیر گذاشتن هر پارامتر بر روی یکدیگر اشاره نمود (yoshiki Obayashi, 2002).

مارک شنابل در سال ۲۰۰۷ در مقاله خود تحت عنوان طراحی پارامتریک در معماری از دانشگاه سیدنی استرالیا، تکنیک‌های طراحی پارامتریک و مزایای آشکاری را برای فرآیندهای مهندسی ارائه می‌کند. او معتقد است اکنون معماران ظاهر می‌شوند تا این روش‌ها را در ایجاد راه‌حل‌های طراحی خود در مراحل اولیه فرایند به کار ببرند. او در این مقاله از طریق

تلفیق طراحی معماری با روش‌های مدل‌سازی پارامتریک، تکنیک‌های جدیدی را ارائه می‌کند که مشارکت معماران را در فرآیندهای ساختمانی بر اساس ایجاد طراحی پارامتریک افزایش می‌دهد. همچنین بیان نموده است که این امر به درک عمیق‌تری از اهداف طراحی کمک می‌کند و به طراحان در تصمیم‌گیری برای یافتن راه‌حل کمک می‌کند (Marc aurel Schnabel، 2007).

واراکو در سال ۲۰۱۳ در رساله خود تحت عنوان معماری محاسباتی از دانشگاه دلف، طراحی را فرآیندی برای یافتن راه‌حل مناسب برای مسائل معینی می‌داند که در نهایت به تولید یک محصول منجر می‌گردد. او طراحی پارامتریک را ابزاری جهت طراحی بر اساس پارامترها، متغیرها و محدودیت‌ها بیان نموده است. از نظر او جنبه‌های زیبایی‌شناختی، تکنیکی و اقتصادی به عنوان ارزش‌های طراحی معماری پارامتریک است که قابل به‌روزرسانی است (varaku، 2013).

کارل وکلی در سال ۲۰۱۱ در رساله خود تحت عنوان تجسم سیستم منظر با مدل‌سازی پارامتریک در مورد طراحی‌های پارامتریکی مطالبی را عنوان نموده است که چکیده‌ای از این مطالب به شرح ذیل است. او این فرایند را روش جدیدی برای ارتباط سیستم‌های ملموس و غیرمترقبه در طراحی و به‌کارگیری ابزار دیجیتال و ایجاد روابط بین اجزا در یک سیستم توصیف می‌کند. همچنین بیان نموده است که می‌توان پارامترهای پیش‌بینی‌شده و پیش‌بینی‌نشده را در حین طراحی از طریق طراحی پارامتریک لحاظ نمود (Karl, Kel-ly, 2011). فاطمه قارونی اصفهانی در پژوهش خود با عنوان طراحی پارامتریک بر اساس فرم پوستهٔ دیاتوم‌ها، نمونه موردی پژوهشکده صنعت نفت در سال ۱۳۹۱ در خصوص ضرورت استفاده از نماهای پارامتریک در معماری‌های امروزه چنین بیان نموده است: طبیعت، منبع بزرگی از الگوها، فن‌ها و مصالح برای مشخص نمودن فرم سیستم‌های ساختمانی است. این فن‌ها از دید مهندسی معماری علاوه بر بهینه کردن فرم و تأمین عملکرد سبب تنوع و زیبایی بنا می‌شود. یکی از ابزارهای شناخت طبیعت، ریاضی و هندسه است. مفاهیمی مانند فرکتال‌ها و الگوریتم‌ها توانسته‌اند ریاضی را به‌عنوان مفسری برای ساختارهای طبیعی معرفی کنند. بررسی آن‌ها به صورت مطالعات موردی ایده‌های نوینی را جهت هماهنگ کردن فرم و سازه به مهندسان می‌آموزد. یکی از ابزارهایی که بتواند ریاضیات را با طبیعت سازگار نماید، ابزار معماری پارامتریک است (قارونی اصفهانی، ۱۳۹۱).

صلاح‌الدین مولانایی در مقاله خود، تحت عنوان، معماری دیجیتال، طراحی پارامتریک، ظهور ادبیاتی نو در معماری و سبکی اجتناب ناپذیر، در سال ۱۳۹۵ به بررسی معماری پارامتریک پرداخته‌اند. این مقاله به بررسی چیستی و رواج سبکی به نام معماری دیجیتال و پارامتریسیزم و تأثیرات آن بر معماری امروز می‌پردازد؛ سعی بر آن بوده که تاریخچه و ظهور این سبک را توضیح دهد. نظرات صاحب‌نظران منتقد و موافق این سبک را به همراه مزایا و تأثیرات شگرف آن بیان نموده است (مولانایی، ۱۳۹۵).علی کرمی و حسین اردلانی در سال ۱۳۹۴ مقاله‌ای تحت عنوان بررسی نظم به‌عنوان معیار زیبایی‌شناسی در معماری ارائه نمودند. در این مقاله، مفهوم، میزان و چگونگی عملکرد نظم در حوزه ادراکات بصری و همچنین در سبک معماری پارامتریک، را بیان می‌کند (کرمی و اردلانی، ۱۳۹۴). در سال ۱۹۶۳ توسط ایوان ادوارد شاترلند تکنولوژی ماساچوست ایده پارامتریک توسعه یافت. فراسوی کانسپت طراحی پارامتریک و برنامه‌دهی محصول محور و شاترلند روشی را برای شبیه‌سازی انسجام فیزیکی برای کمک به فرایند طراحی پیشنهاد داد. توسعه اخیر محیط‌های برنامه‌دهی محصول محور از قبیل نرم‌افزارهای گرس‌هاپرو جنریتیو کامپوننت دستورها و عملکردهای برنامه‌دهی آن‌ها تأثیر زیادی در این زمینه داشت. منجر به نوزایی پارامتریک (رسانس پارامتریک) شد (مقتدی نژاد، پاشایی، ۱۳۹۵). در این راستا، در «جدول ۱» به جمع‌بندی پیشینه‌های مطرح شده پرداخته شد.

ادبیات موضوع

استفاده بیش‌ازاندازه از سوخت‌های تجدیدناپذیر موجب آلودگی شهرها شده است. کمبود ذخایر تجدیدناپذیر علاوه بر آلودگی، سبب گرم شدن کره زمین شده است. طراحی معماری از اویل دهه پنجاه دچار تغییر و تحول شد. بر این اساس کشورهای زیادی در سراسر جهان درصدد کاهش آلودگی‌های ناشی از استفاده منابع فسیلی برآمده‌اند. این امر قبل از بحران نفتی سال ۱۹۷۳ میلادی شروع شد. کشورهای صنعتی سعی کردند تا با روش‌های مناسب، در مصرف انرژی در کاربری‌های مختلف گامی اثرگذار بردارند. بر این اساس، کشورهای آلمان، سوئد، ایتالیا و انگلستان ضوابطی را در ساختمان‌سازی و استفاده از

DOI: 10.22034/RAU.2023.2008909.1052

جدول ۱. جدول پیشینه تحقیق موضوع

ضرورت تحقیق	سال تحقیق	محقق. معمار و نظریه‌پرداز	عنوان مقالات و پژوهش‌ها	دیدگاه کلی
معماری پارامتریک	۱۹۶۴	رافائل رویچ	The Continuum Universe	فنّاوری‌های جدید کامپیوتری می‌توانند به طراحی و ساخت بناها کمک کنند.
معماری پارامتریک	۲۰۰۲	یوسوکی اوباشی	Wave garden	او در رسالهٔ خود به تأثیر گذاشتن هر پارامتر بر روی یکدیگر اشاره نمود.
معماری پارامتریک	۲۰۰۷	مارک شنابل	Parametric designing in architecture	با تلفیق طراحی معماری با روش‌های مدل‌سازی پارامتریک، تکنیک‌های جدیدی را ارائه می‌کند که مشارکت معماران را در فرآیندهای ساختمانی بر اساس ایجاد طراحی پارامتریک افزایش می‌دهد. همچنین بیان نموده است که این امر به درک عمیق‌تری از اهداف طراحی کمک می‌کند و به طراحان در تصمیم‌گیری برای یافتن راه‌حل کمک می‌کند.
معماری پارامتریک	۲۰۱۱	کارل وکلی	Visualization of the landscape system with parametric modeling	این روش‌ها را در ایجاد راه‌حل‌های طراحی خود درمراحل اولیه فرایند معرفی می‌کند. او در این مقاله از طریق تلفیق طراحی معماری با روش‌های مدل‌سازی پارامتریک، تکنیک‌های جدیدی را ارائه می‌کند.
معماری پارامتریک	۲۰۱۳	واراکو	computational design	از نظر او جنبه‌های زیبایی‌شناختی، تکنیکی و اقتصادی به عنوان ارزش‌های طراحی معماری پارامتریک است که قابل به‌روزرسانی است.
معماری پارامتریک	۱۳۹۱	فاطمه قارونی اصفهانی	طراحی پارامتریک بر اساس فرم پوستهٔ دیاتوم‌ها	طبیعت، منبع بزرگی از الگوها، تکنیک‌ها و مصالح برای مشخص نمودن فرم سیستم‌های ساختمانی است. معماری پارامتریک با الهام از طبیعت، سبب بهینه‌سازی فرم و عملکرد می‌شود.
معماری پارامتریک	۱۳۹۳	سعید دولت‌خواه	طراحی موزه رایانه با رویکرد معماری پارامتریک در تبریز	پس از تعریف موزه، در طراحی موزه رایانه به آزمون و بررسی قابلیت‌های ذکرشده از معماری پارامتریک می‌پردازد.
معماری پارامتریک	۱۳۹۵	مولانایی سینا، مولانایی صلاح الدین	معماری دیجیتال، طراحی پارامتریک، ظهور ادبیاتی نو در معماری و سبکی اجتناب ناپذیر	این مقاله به بررسی چیستی و رواج سبکی به نام معماری دیجیتال و پارامتریسیزم و تأثیرات آن بر معماری امروز پرداخته شده است؛ سعی بر آن بوده که تاریخچه و ظهور این سبک را توضیح دهد و نظرات صاحب‌نظران منتقد و موافق این سبک را بیان و به مزایا و تأثیرات شگرف آن بپردازد و اجتناب‌ناپذیری روی‌آوری این سبک را در عصر حاضر بیان کند
معماری پارامتریک	۱۳۹۵	مقتدی نژاد، مهدی، پاشایی، سودا	بررسی تأثیر فرایند طراحی معماری پارامتریک بر پایه طراحی الگوریتمیک روشی نوین در طراحی معماری دیجیتال در راستای اهداف معماری پایدار	این مقاله به ارائه روشی نوین در طراحی‌ها می‌پردازد و این روش را پارامتریک معرفی می‌کند. نرم‌افزارهای گوناگونی را برای این روش طراحی معرفی می
معماری پارامتریک	۱۳۹۷	علی کرمی، حسین اردلانی	بررسی نظم به‌عنوان معیار زیبایی‌شناسی در معماری	مفهوم نظم در حوزه ادراکات بصری و همچنین در سبک معماری پارامتریک، به اصول و مبانی نظری واحدی دست یابد تا میزان و چگونگی عملکرد نظم در معماری پارامتریک را معرفی کند
معماری پارامتریک	۱۳۹۵	مولانایی سینا، مولانایی صلاح الدین	معماری دیجیتال، طراحی پارامتریک، ظهور ادبیاتی نو در معماری و سبکی اجتناب ناپذیر	این مقاله به بررسی چیستی و رواج سبکی به نام معماری دیجیتال و پارامتریسیزم و تأثیرات آن بر معماری امروز پرداخته شده است؛ سعی بر آن بوده که تاریخچه و ظهور این سبک را توضیح دهد و نظرات صاحب‌نظران منتقد و موافق این سبک را بیان و به مزایا و تأثیرات شگرف آن بپردازد و اجتناب‌ناپذیری روی‌آوری این سبک را در عصر حاضر بیان کند
معماری پارامتریک	۱۳۹۵	مقتدی نژاد، مهدی، پاشایی، سودا	بررسی تأثیر فرایند طراحی معماری پارامتریک بر پایه طراحی الگوریتمیک روشی نوین در طراحی معماری دیجیتال در راستای اهداف معماری پایدار	این مقاله به ارائه روشی نوین در طراحی‌ها می‌پردازد و این روش را پارامتریک معرفی می‌کند. نرم‌افزارهای گوناگونی را برای این روش طراحی معرفی می
معماری پارامتریک	۱۳۹۷	علی کرمی، حسین اردلانی	بررسی نظم به‌عنوان معیار زیبایی‌شناسی در معماری	مفهوم نظم در حوزه ادراکات بصری و همچنین در سبک معماری پارامتریک، به اصول و مبانی نظری واحدی دست یابد تا میزان و چگونگی عملکرد نظم در معماری پارامتریک را معرفی کند

عایق‌های حرارتی و راه‌حل‌های جدید گرمایش و سرمایش، مطرح نمودند (طاهباز، ۱۳۹۶، ۳).

جدول ۲. ترازنامه مصرف انرژی (ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۹، ۹۰).

نام بخش‌ها	میزان مصرف انرژی در کشور
خانگی، عمومی و تجاری	۳۷ درصد
صنعت	۲۳ درصد
حمل‌ونقل	۲۵ درصد
سایر بخش‌ها	۱۵ درصد

بر اساس مشاهده آمارها و نتایج به‌دست‌آمده، مصرف انرژی اماکن خانگی، تجاری و عمومی، نسبت به سایر بخش‌ها بیشتر بوده است؛ لذا ارائه راه‌حل‌های مناسبی جهت کاهش مصرف و یا ذخیره انرژی در این نوع کاربری‌ها کمک بسزایی برای ذخیره انرژی خواهد نمود. بر این اساس، یکی از کاربری‌های مورد توجه عام که در این حوزه قرار می‌گیرد، کاربری‌های اداری است.

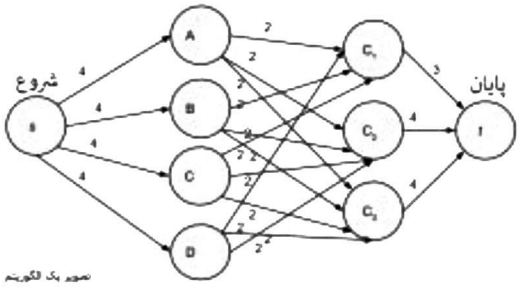
قرن بیست و یکم، شروع لمس الکترونیک از نزدیک بود. این انقلاب حوزه اندیشه، تولید، مصرف، و... را تحت تأثیر قرار داده و با سرعت در حال شکل‌دهی مجدد جامعه است. (کاستلر، ۱۳۸۰، ۲۰). در ادامه آن، انقلاب دیجیتال سبب بروز گرایش‌هایی جدید در معماری نیز شده و فضاها، فرم‌ها و روش‌های طراحی را تحت تأثیر قرار داده است. نیل لیچ معتقد است: یک جابجایی عظیم در معماری امروزه به وجود آمده

شکل ۱. فرودگاه زاگرب نمونه‌ای از معماری پارامتریک؛ مأخذ: (jodidio, 2009, 509).

است. امروزه معماری تنها به صورت بصری قضاوت نمی‌شود؛ بلکه مباحث کاربردی آن نیز مطرح است. معماری عصر جدید تنها تحت تأثیر بدنه و ظاهر نیست و پارادایم جدیدی در حال ظهور است (Leach, 2009, 36) (شکل ۱).

خبازی معتقد است: تکنولوژی و کامپیوتر معماری را تحت تأثیر قرار داد و سبب به وجود آمدن معماری نوینی شد. زمانی که خلاقیت و اصول طراحی به اوج خود رسیده بود؛ استفاده از این ابزارها در راستای شکل‌گیری شیوه نوینی از معماری کمک بسزایی نمود (خبازی، ۱۳۹۱، ۱۴). پاتریک شوماخر نیز چنین بیان می‌کند: این جریان را یک سبک جدید در معماری می‌داند که در تمامی عرصه‌های معماری و شهرسازی ازنظر زیبایی‌شناسی، پیچیدگی و نظم پیش‌خوان است (Schumakher, 2009, 5). عناصر در معماری پارامتریک ساخته‌شده و جدید هستند و یک الگوی خاصی را پیش می‌گیرند این پارامترها انعطاف‌پذیر بوده و با یکدیگر به صورت یکنواخت عمل می‌کنند. معماری پارامتریک به‌جای استفاده از احجام صلب، آن‌ها را به صورت متغیر و انعطاف‌پذیر به کار می‌گیرد. این پارامترها به‌طور مداوم در زمینه‌ها و سیستم‌های مختلف استفاده می‌شوند (Schumakher, 2009, 5).

الگوریتم از مباحث مطرح‌شده در معماری پارامتریک است. یک فرایند محاسباتی که چند پارامتر یا گروهی از پارامترها را به‌عنوان ورودی دربر می‌گیرد. الگوریتم‌ها پس از فرآیند، متغیرها را به‌عنوان خروجی ارائه می‌دهند. بنابراین یک الگوریتم بیان مجموعه گام‌های محاسباتی است که ورودی‌ها را به خروجی مدنظر تبدیل می‌نماید (مدبریان، پاک‌دل فرد، ۱۴۰۱، ۱) (شکل ۲).



شکل ۲. مجموعه متناهی از دستورالعمل‌ها، روشی گام‌به‌گام الگوریتمی برای حل مسئله؛ مأخذ: (مدبریان، پاک‌دل فرد، ۱۴۰۱، ۱).

DOI: 10.22034/RAU.2023.2008909.1052

مبانی نظری

در این قسمت با مراجعه به منابع، مبانی‌های مرتبط با حوزه پارامتریک استخراج شد. دیدگاه‌های افراد مختلف مورد بررسی واقع شد.

ویژگی‌های معماری پارامتریک

طراحی‌های پارامتریک به ما اجازه می‌دهند تا فرم‌ها و فرایندهای آزمایشی مختلفی را به کمک برنامه‌های کامپیوتری تست کنیم. این کار از طریق اعمال محدودیت تکنیکی و ایجاد فرم‌های پیچیده و درعین‌حال بهینه‌سازی فرایند ساخت ازنظر سازه‌ای امکان‌پذیر می‌شود. با طراحی پارامتریک در شهرسازی می‌توان تمامی متریال‌ها را به‌طور کامل آنالیز کرد، محاسبات سازه‌ای دقیق انجام داد و فرایندهای ساختمانی و تکنیکی را با دقت بالا به سرانجام رساند. از ویژگی‌های شاخص طراحی شهری پارامتریک می‌توان به استفاده از متغیرهای خلاقانه و متفاوت به کمک فرآیندهای طراحی دیجیتال در برنامه‌های کامپیوتری اشاره کرد. از دیگر ویژگی‌های طراحی پارامتریک می‌توان به ایجاد حس طراوت و منحصربه‌فرد بودن اشاره کرد (www.aadarch.com). احجام و فرم‌های نرم و خطوط سیال از ویژگی‌های بارز این معماری است. رایانه توان کنترل و طراحی دقیق احجام پیچیده را در اختیار طراحان قرار داده است. طراحی و کنترل خطوط منحنی و صفحات با فرم‌های آزاد امکان‌پذیر است. استفاده از اجزا ریز مشابه، ولی نه به‌طور کامل یکسان در این معماری صورت می‌گیرد. صفحات و احجام منحنی و سیال به این اجزا ریز تقسیم می‌شوند و این اجزای ریز، امکان ساخت سازه‌های پیچیده را فراهم می‌آورند. در پروژه‌های پارامتریک استفاده از الگوهای تکرارشونده، نقشه‌ها، بافت‌ها، عکس‌های تصویر شده بر روی صفحات آزاد نما و پوسته داخلی وجود دارد. واژه الگو (مدول) به صورت بسیار تعمیم‌یافته نشان‌دهنده قانونمندی است. از دیگر عوامل تأثیرگذار در مباحث پارامتریک بحث فراکتال است. نمود آن در معماری سنتی و در طبیعت به‌وفور یافت می‌شود. معماری پارامتریک در جست‌وجوی سازگاری با محیط پیرامون خود است و با بهره‌گیری از تغییرات تدریجی فرم در فضای طراحی این موضوع را ممکن می‌سازد. و تلاش کرده تا با محیط‌زیست سازگاری پیدا کند و به سمت معماری پایدار حرکت کند. طبیعت همواره سرچشمه ایده‌های متنوع برای بشر بوده است. اصول و شیوه معماری سنتی ایرانی و استفاده از هندسه، ریاضیات و فراکتال در اجرای بناهای سنتی پیش‌زمینه‌ای برای معماری پارامتریک بوده‌اند و همچنین می‌توان به اوج خردگرایی یونانیان در معماری و معماری رمزآلود گوتیک و باروک که مملو از ابهامات برگرفته از گیاهان و جانوران بوده اشاره داشت (پوررجب صوفیانی و همکاران، ۱۳۹۵، ۱۱۲).

جدول ۳. برخی از ویژگی‌های معماری پارامتریک (مدبریان، پاک‌دل فرد، ۱۴۰۱، ۱۰۹).

نرمی و سیالیت (Smoothness-Fluidity)	پوشش پوسته‌ای (Skin-Envelope)
طراحی بر اساس ریز اجزای مشابه (Component base design)	ساخت دیجیتال (Digital Fabrication-CAD/CAM)
پاسخگویی (Responsiveness)	الگوهای تکرارشونده نقشه‌ها، بافت‌ها، عکس‌ها (Texture mapping-Patterning)
سازگاری (Adaptation)	پیچیدگی‌های ذاتی سیستم‌ها (Complexity-Natural-systems)
تغییر تدریجی اجزا (Versioning-Differentiation)	

فرایند نقد و تحلیل در معماری الگوریتمیک

به‌طور خلاصه فرایند نقد و تحلیل معماری الگوریتمیک را می‌توان چنین بیان نمود: پارامترهای گوناگون که بر طرح تأثیرگذار هستند بر الگوریتم‌های طراحی اعمال می‌شوند از این نگاه پارامترهای مهم در الگوریتم طراحی پارامترهایی هستند که بر رفتار فیزیکی ساختمان تأثیرگذار هستند. درنتیجه موارد مهم در رفتار فیزیکی ساختمان در طراحی (سازه، تأسیسات، مواد و مصالح، انرژی، نور و باد و...)، به‌جای آنالیزهای پسینی در طراحی به هنگام آن لحاظ می‌شود. فرم‌های آزاد و منحنی معماری پارامتریک برای اجرائی شدن به این تحلیل‌ها و بررسی‌ها نیاز دارند. عواملی نظیر زاویه تابش خورشید، زاویه و میزان وزش بادهای غالب، فاکتورهای سازه‌ای، الکتریکی و.... معماری الگوریتمیک با تأثیرپذیری از این عوامل و پارامترهای مختلف و در فضای مجازی صورت می‌پذیرد. سپس، فرصت آنالیز و تحلیل‌های طراحی را فراهم می‌کند. ازآنجاکه برخی از تحلیل‌ها می‌بایست بر روی پروژه تمام‌شده صورت گیرند، در این مرحله آنالیزها بر روی مدل نهایی پروژه انجام می‌شوند و نتایج

این تحلیل‌ها در چرخه‌های بازخورد به طرح منتقل می‌شوند. طراحی در یک چرخه تکرار شوند صورت می‌گیرد و باز تکرار می‌شود تا در نهایت نتیجه مطلوب حاصل شود (خبازی، ۱۳۹۲، ۶).

اینترنت اشیا

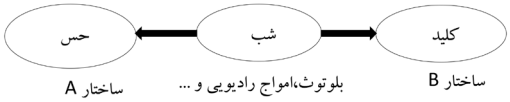
اینترنت اشیا مبحث نوینی است، بااین‌حال ایده دستگاه‌های مرتبط با هم در یک سیستم به دهه ۷۰ میلادی بازمی‌گردد. مبحث اینترنت اشیا را نخستین نفر کوین اشتون در سال ۱۹۹۹ بیان نمود (Mahidhar, Schatsky, 2013). این مبحث شامل ارتباط اشیا و محیط پیرامون است که از طریق سیستم به‌هم‌پیوسته و با استفاده از برنامه‌های موجود در تلفن‌های هوشمند قابل کنترل است. به‌عبارت‌دیگر ارتباط اشیا به‌وسیلهٔ اینترنت در کنار یکدیگر با هدف نظارت بر مبحث انرژی است (باطنی و همکاران، ۱۳۹۶، ۱). افراد زیادی در این باب اظهار نظر نمودند نقطه نظرات مطرح شده در این زمینه شامل دو کلمهٔ شبکه‌گرایی و حرکت به سمت قرارگیری اشیا در یک سیستم به‌هم‌پیوسته است (باطنی و همکاران، ۱۳۹۶، ۳). ساختار سیستم‌های هوشمند در نمای ساختمان با روش فعال اینترنت اشیا درصدد استفادهٔ حداکثری از نور خورشید برای آسایش حرارتی و نظارت جریان برق ساختمان‌ها است. از موارد مؤثر بر ایجاد پروژهٔ معماری؛ می‌توان به عواملی از قبیل محل قرارگیری بنا، فرم، مصالح ساختمان و از همه مهم‌تر، اقلیم ساختمان اشاره کرد. در مرحله اول با به‌کارگیری طراحی معماری فعال وابستگی مکانیکی به گرمایش و سرمایش کم می‌شود. در این نوع طراحی‌ها عواملی مانند: فرم قرارگیری ساختمان‌ها، اندازه و نحوه قرارگیری بازشوها و استفاده از تکنولوژی‌های گوناگون تأثیرگذار هستند. طراحی‌ها در این نوع بناها درصدد کاهش مصرف انرژی است. ازجمله موارد پیشنهادی، تأمین آب گرم برای خود ساختمان، تهویه هوای و ایجاد جریان برق است (سعیدزاده خانقاه، ۱۳۹۴، ۵). بر این اساس، در طراحی، قرارگیری سطح مورد نظر به نسبت زاویه خورشید و مساحت سطح زیر تابش نیز از عوامل کنترل‌کننده انرژی در ساختمان‌ها به شمار می‌روند. لذا در طراحی یک بنای اداری می‌توان از این نکات جهت بهبود حداکثری در میزان مصرف انرژی به شیوه‌ای هوشمندانه بهره گرفت. همین امر سبب روی آوردن جبهه‌ای نوین در معماری‌های امروزی شده است که پاسخگوی تمامی این نیازها با توجه به جبهه‌های مختلف نوردهی و... می‌شود.

مدل‌های ارتباطی در اینترنت اشیا

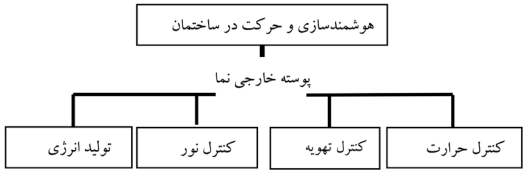
در سال ۲۰۱۵ توسط سندی برای معرفی معماری شبکه‌های مبتنی بر شیء هوشمند مدلی منتشر شد. در این مدل به تشریح چارچوبی از مدل‌های ارتباطی رایج میان اشیا پرداخته است. مدل ارتباطی دستگاه به دستگاه نشان می‌دهد که دو یا چند شیء به طور مستقیم و بدون حضور یک واسط به یکدیگر متصل می‌شوند. ارتباط این دستگاه‌ها از طریق انواع متعددی از شبکه‌ها ازجمله اینترنت صورت می‌گیرد. این دستگاه‌ها با استفاده از پروتکل‌هایی مانند بلوتوث به ایجاد و برقراری ارتباط مستقیم دستگاه به دستگاه می‌پردازند (نیلی‌پور، منشئی، ۱۳۹۸، ۲).

با توجه به توضیحات ارائه‌شده در طراحی معماری می‌توان از اینترنت اشیا در غالب فضاهای مختلفی همچون فضاهای داخلی، جداره‌های بیرونی ساختمان و انواع سقف‌ها استفاده نمود. بر این اساس مقاله حاضر مباحث مربوط به جدارهٔ بیرونی ساختمان را مورد بررسی قرار داده است.

به‌طورکلی، می‌توان از طراحی‌ها و روش‌های نوین طراحی، جهت هماهنگی و به‌کارگیری عوامل مؤثر در کنترل میزان انرژی استفاده نمود. ازجمله این روش‌ها روش اینترنت اشیا است که به طور همزمان قادر خواهد بود میزان انرژی مصرفی در ساختمان را از راه دور، کنترل نماید.



شکل ۳. نمونه‌ای از مدل‌های ارتباطی اینترنت اشیا؛ (نیلی‌پور، منشئی، ۱۳۹۸، ۲).



شکل ۴. انعطاف‌پذیری و حرکت در پوسته‌های خارجی نما؛ مأخذ: (میرخسروی، ۱۳۹۶، ۲).

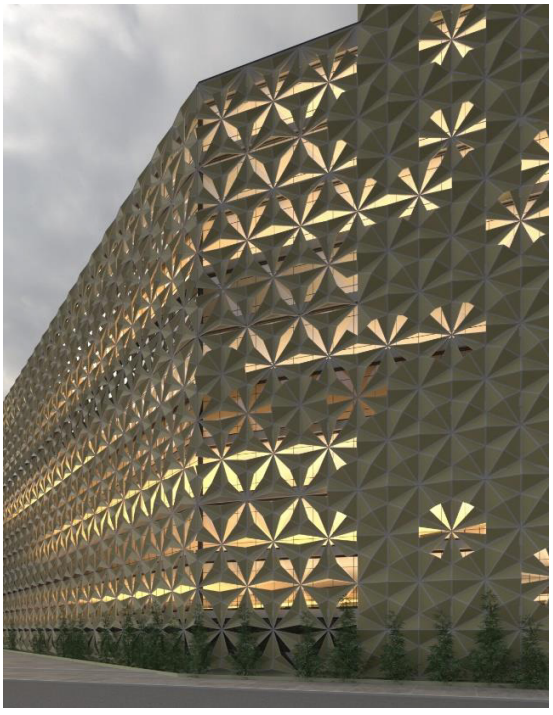
DOI: 10.22034/RAU.2023.2008909.1052

ایجادنمای پارامتریک در نمونه موردی پیشنهادی (ساختمان بلوک چهار آموزشی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران)

ساختمان بلوک چهار آموزشی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران از نمونه‌های ساختمان‌های اداری در تهران است. این ساختمان در مرحله فاز اجرا قرار دارد. زیربنای خالص این ساختمان حدود ۲۵۰۰۰ مترمربع در قالب ۱۰ طبقه است. این ساختمان، به‌عنوان یکی از ساختمان‌های اداری عظیم در تهران مورد بررسی واقع شد. همچنین به دلیل وجود این ساختمان، در ارتفاعات، می‌توان با نورپردازی در شب، این نوع طراحی نماهای پارامتریک را در سطح شهر، مورد توجه کاربران قرار داد. با این کار، اجرای این نوع نما برای ساختمان‌ها رواج می‌یابد. در حال حاضر نمایی برای این ساختمان ایجاد نشده است. مقاله حاضر در جهت ارائه نمای پیشنهادی برای این ساختمان است.

در این میان معماران در استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر تأکید بیشتری دارند. برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر دو روش موجود است: ۱-روش فعال: در این روش با استفاده از تجهیزات مکانیکی می‌توان آسایش حرارتی را فراهم نمود. ۲-روش غیرفعال: تعدیل شرایط اقلیمی بدون استفاده از تجهیزات و بر اساس تجربه افراد به دست می‌آید (طاهباز، ۱۳۹۶، ۴). با توجه به روش‌های پیشنهاد شده، می‌توان وابستگی طراحی را به میزان مصرف انرژی کاهش داد. لذا استفاده از تکنولوژی اینترنت اشیا در روش فعال خورشیدی جای می‌گیرد که در این روش، می‌توان از تکنولوژی و ابزارهای نوین محدوده وسیعی از حسگرهایی با دقت بسیار بالا جهت کنترل و ذخیره انرژی و کنترل شرایط زیست‌اقلیمی فراهم نمود. در عصر حاضر ساختمان هوشمند شامل مباحث انرژی و اقلیم است. بر این اساس ساختمان‌های مختلف با شرایط اقلیمی مناسب وفق داده می‌شوند (وکیلی‌راد، ۱۳۹۱، ۶).

کارکرد نماهای پارامتریک بدین‌صورت است که پوسته‌ها در ضلع شرقی ساختمان با طلوع خورشید باز می‌شوند و ضمن ذخیره انرژی به‌وسیله جذب نور با سلول‌های فتوولتائیک، از خیرگی نور جلوگیری می‌نمایند. در طول روز بسته به نیاز کاربر، در حالت باز و یا نیمه‌باز قرار می‌گیرد. با غروب خورشید، آرام‌آرام بسته می‌شود (میرخسروی، ۱۳۹۶، ۱۰). ویژگی بارز این طرح، به‌کارگیری روش‌های کنترل نور ساختمان‌های اداری و درنتیجه صرفه‌جویی انرژی است. در این راستا نوع طراحی می‌تواند به نحوی صورت پذیرد تا بهترین نتیجه در جهت تأمین نیازهای آسایش کاربران حاصل شود. ازاین‌رو ساختمان‌های جدید همانند ارگانیسم زنده انطباق‌پذیرتر با محیط اطرافشان هستند. برای مثال نماهای پارامتریک با تغییر پوستهٔ بدنهٔ خود می‌تواند متناسب با جهت نور خورشید، تغییر کند و بیشترین حالت را در بهینه‌سازی مصرف انرژی و کنترل نور داشته باشد. در گذشته این رفتارها بر عهدهٔ انسان بوده است. امروزه با پیشرفت علم اینترنت اشیا در راستای بهره‌برداری بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۵. حالت‌های بسته و نیمه‌باز نماهای پارامتریک برای طرح پیشنهادی نمای ساختمان بلوک چهار آموزشی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران.

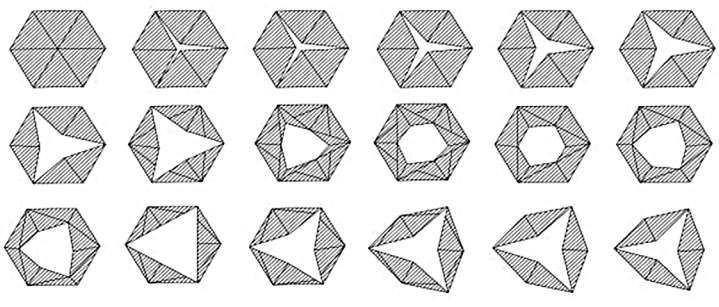
شکل ۶. نمای پارامتریک پیشنهادی در ساختمان بلوک چهار آموزشی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران.

فرایند مدل‌سازی و کنترل میزان نور در ساختمان‌های نمای پارامتریک

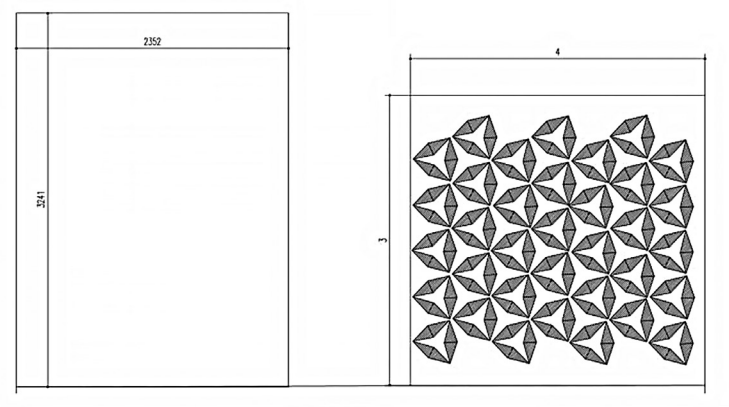
فرایند مدل‌سازی و کنترل میزان نور و تأثیر آن بر فضای داخلی ساختمان به‌وسیلهٔ نرم‌افزار مدل‌سازی راینو و گرس‌هاپر صورت می‌پذیرد. آنالیز میزان نور در این نوع نماها و تأثیر آن بر پلان‌ها به‌وسیلهٔ پلاگین دیزاین‌بیلدر صورت می‌پذیرد. بر این اساس عملکرد سالیانه نور روز را در طی سال در روزهای مشخصی می‌توان مقایسه نمود. بر این اساس و طبق مطالعات، ۱۸ مورد از زوایای چرخش نماهای پارامتریک از ۵ تا ۹۰ درجه به فاصلهٔ گام‌های ۵ درجه بررسی شد.

سپس آنالیز آن در پلان به ابعاد ۸ در ۱۰ مترمربع مورد بررسی قرار گرفت. این مدل برای ساختمان اداری با ساعات اداری از ۸ صبح تا ۶ بعدازظهر در روزهای اول هر ماه از فصل آنالیز شد.

در این راستا، آنالیزهای کنترل نور روز صورت پذیرفت. در این مدل، روزهای اول فروردین، اول تیر، اول مهر و اول دی برای نمای پارامتریک در سه حالت باز، نیمه‌باز و بسته مورد بررسی واقع شد. بر این اساس رنگ قهوه‌ای در «شکل ۹» نشان از حالت بسته این نوع نماها دارد. در این حالت نور وارد فضای داخلی نمی‌شود. حرارت نیز به فضای داخل وارد نمی‌شود. به‌وسیلهٔ سلول‌های فتوولتائیک نصب‌شده بر روی نما، انرژی خورشیدی برای مصارف گوناگون ساختمان ذخیره می‌گردد. رنگ سبز در «شکل ۹» نشان‌دهندهٔ حالت نیمه‌باز نمای پارامتریک است. در این حالت نور خورشید به‌صورت کنترل‌شده وارد فضای داخل می‌شود. از ورود حرارت و نور اضافی به داخل فضا جلوگیری می‌شود. رنگ آبی در «شکل ۹» نشان از زاویهٔ مدنظر کاربر (به‌طور مثال زوایای ۲۵ درجه، ۳۰ درجه، ۳۵ درجه و ...) و تأثیر ورود نور خورشید تحت تأثیر زاویه مذکور بر روی پلان ساختمان است. که تحت تأثیر این زاویه، هم نور مورد نیاز کاربر وارد فضای داخلی می‌شود و هم از ورود نور اضافی و بالطبع حرارت اضافی جلوگیری می‌نماید.



شکل ۷. ۱۸ مورد از زوایای چرخش را نشان می‌دهد (از ۵ تا ۹۰ درجه)، اندازه هر گام = ۵ درجه.

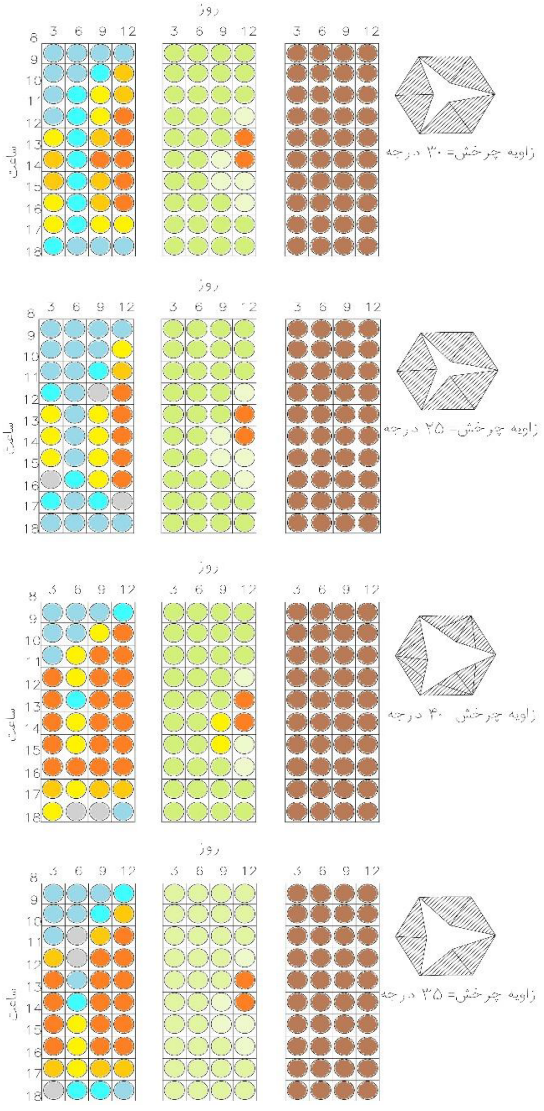


شکل ۸. مدل دوبعدی پلان و نمای پارامتریک.

DOI: 10.22034/RAU.2023.2008909.1052

طبق نتایج به‌دست‌آمده ساختمان‌های با نماهای پارامتریک همانند یک ارگانیسم زنده انطباق‌پذیرتر با محیط اطراف خود عمل می‌کنند. بر این اساس، طی مطالعات، میزان دریافت و کنترل نور روز در ساختمان‌های اداری از طریق نماهای پارامتریک تأثیر بسزایی در راندمان ساختمان خواهد داشت. چناچه می‌توان به‌وسیلهٔ آن از ورود نور ناخواسته به داخل فضا جلوگیری نمود.

به منظور تشخیص وضعیت سطوح مختلف، در ارتباط با کنترل نور، الگوی پیشنهادی برای این ساختمان عظیم‌الجثه

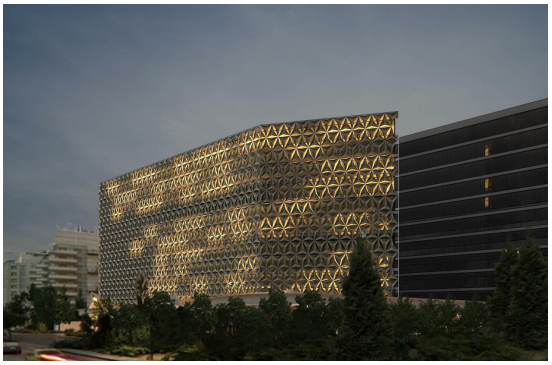


شکل ۹. آنالیز سالانه کنترل نور روز در نماهای پارامتری.

ارائه شد. در این نمونه پیشنهادی نمای ساختمان فرضی، ۳۶۰ درجه شبیه‌سازی شد. با توجه به تحلیل‌های کارآمد نماهای پارامتریک «شکل ۹»، می‌توان از این نوع نمای پارامتریک در جداره خارجی ساختمان‌های اداری استفاده نمود. لذا بر اساس این تحلیل، به ارائه نمای پیشنهادی برای ساختمان بلوک چهار آموزشی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران پرداخته شد. این نوع ساختمان‌ها به دلیل مصرف انرژی سالانه زیاد، جدول (۲-۱) مورد بررسی قرار گرفتند. ساختمان مذکور نیز یکی از ساختمان‌های اداری است که به دلیل موقعیت قرارگیری در ارتفاعات به عنوان رواج‌دادن نماهای پارامتریک در سطح شهر تهران مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین، با توجه به این موضوع که حرکت خورشید در طول شبانه‌روز دارای مسیر مشخصی است می‌توان با در نظر گرفتن زوایای بهینه برای باز و بسته شدن این نماها، نور ساختمان را کنترل نمود. این شبکه‌های متصل شده بر روی نما می‌توانند به یک سیستم هوشمند اینترنت اشیا متصل شوند و در نهایت به کمک حسگرها، تنظیم مقدار ورودی نور و سایر انرژی‌ها صورت پذیرد.

بهترین زوایا برای نماهای پارامتریک با سلول فتوولتائیک

در این مقاله، بر روی نماهای پارامتریک، سلول‌های فتوولتائیک پیشنهاد شده است. لذا دستیابی به زاویه تابش بهینه برای پنل‌های نصب شده روی نمای پارامتریک، در ماه‌های مختلف سال متفاوت است. پس زوایای پنل‌های خورشیدی بکار رفته بر روی نماهای پارامتریک در ماه‌های مختلف سال، تغییر می‌کند. اتلاف انرژی هنگام استفاده از زاویه ثابت پنل‌ها، در مقایسه با شیب بهینه پنل‌ها در هر ماه حدود ۸ درصد است (Bengha-



شکل ۱۰. نمایش نورپردازی در شب به‌وسیله نما پارامتریک پیشنهادی در ساختمان بلوک چهار آموزشی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران.

nem, 2011, 1433). بر این اساس، پیشنهاد می‌شود شیب پنل‌های خورشیدی حداقل به صورت فصلی، نه ماهیانه، تغییر کند. شیب بهینه برای پنل‌ها در فصول مختلف سال با استفاده از نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر محاسبه شده است.

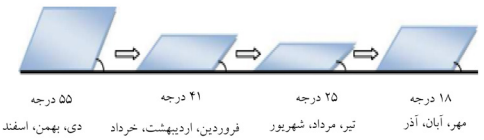
ازاین‌رو بر اساس «شکل ۱۱» بهترین شیب‌ها برای قرارگیری سلول‌های فتوولتائیک در جداره خارجی نمای پارامتریک مشخص شد. لذا تأثیر شدت روشنایی انرژی خورشیدی در فضاهای اداری در نمای پیشنهادی پارامتریک، برحسب شیب‌های مشخص شده در «شکل ۱۱»، مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا، برای ارزیابی میزان شدت روشنایی بر روی سطح می‌توان از «فرمول ۱» استفاده نمود:

$$DF = \frac{E_i}{E_0} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن، D_f ضریب روشنایی روز و شدت روشنایی روی سطح داخلی و شدت روشنایی در بیرون است. ضریب روشنایی، بسته به شرایط، هرچه بیشتر باشد، مناسب‌تر است؛ بااین‌حال برای کارهای بصری حدوداً ۱/۵تا ۲ درصد و برای کارهای نسبتاً مشکل حدود ۲/۵تا ۴ درصد است (سعیدزاده خانقاه، ۱۳۹۴، ۶). در این مقاله، ضریب روشنایی برای کارهای اداری ۲ درصد در نظر گرفته شد. طبق فرمول (۱)، برای به دست آوردن، شدت روشنایی روی سطح داخلی در این مقاله، باید شدت روشنایی بر روی سطح زاویه‌دار پنل‌ها را پیدا نمود. طبق تعریف، شدت روشنایی را با استفاده از سلول فوتوالکتریک اندازه‌گیری می‌نماییم. حال درصورتی‌که سطح خارجی نما از سلول‌های فتوولتائیک با ابعاد ۱۵۰ در ۹۰ سانتی‌متر پوشیده شود، با توجه به اینکه، برابر با مقدار تابش نور بر مساحت سطح است (yazd-noor.com)؛ می‌توان از طریق «فرمول ۲» آن را محاسبه نمود.

$$E0 = \frac{R}{A} \qquad (۲)$$

طبق «فرمول ۲» نسبت متوسط تابش خورشیدی روی سطح پنل‌های زاویه‌دار سلول‌های فتوولتائیک (R) بدین‌صورت



شکل ۱۱. زوایای شیب فصلی بهینه برای پنل‌های خورشیدی.

اندازه‌گیری می‌شود (LIU, 1962, 67):

$$R_d = \frac{1 + \mathrm{Cos}\ \beta}{2} \qquad (۳)$$

β در این فرمول، زاویه‌ای که پنل‌های خورشیدی نمای ساختمان با سطح افق می‌سازند است. طبق «شکل ۱۱»، زاویه β در فرمول (۳)، برابر است با ۵۵ درجه، ۴۱درجه، ۲۵ درجه و ۱۸درجه در فصول مختلف سال. برای ارزیابی تأثیر شدت روشنایی انرژی خورشیدی در فضاهای اداری، این زوایا به‌عنوان زوایای بهینه پنل‌های خورشیدی در نمای ساختمان بررسی شد. لذا مقایسه شدت روشنایی روی سطح داخلی فضای اداری در این زوایا، نسبت به سطح صاف و بدون زاویه پنل‌ها صورت پذیرفت.

جدول ۴. نسبت متوسط تابش خورشید روی پنل خورشیدی با زوایای بهینه.

R شدت روشنایی روی سطح داخلی	β زاویه پنل خورشیدی با سطح افق
۰/۹۷۵	۱۸درجه
۰/۹۵۳	۲۵ درجه
۰/۸۷۷	۴۱درجه
۰/۷۸۶	۵۵ درجه
۰/۵	۹۰ درجه

بدین‌صورت، برابر با مقدار تابش نور بر مساحت سطح است؛ میتوان با در نظر گرفتن سطح خارجی نما از سلول‌های فتوولتائیک با ابعاد ۱۵۰ در ۹۰ سانتی‌متر، از طریق فرمول (۲) آن‌ها را محاسبه نمود.

جدول ۵. محاسبه شدت روشنایی روی پنل‌های زاویه‌دار در نما.

R شدت روشنایی روی سطح داخلی	E_0 شدت روشنایی روی سطح سلول‌های فتوولتائیک نما (لوکس)
۰/۹۷۵	۰/۷۲۲
۰/۹۵۳	۰/۷۰۵
۰/۸۷۷	۰/۶۴۹
۰/۷۸۶	۰/۵۸۲
۰/۵	۰/۳۷

DOI: 10.22034/RAU.2023.2008909.1052

جدول ۶. محاسبه شدت روشنایی در فضای اداری

E_i شدت روشنایی روی سطح داخلی	E_0 شدت روشنایی روی سطح سلول‌های فتوولتائیک نما (لوکس)	D_f شدت روشنایی در فضای اداری
۰٫۰۱۴۴۴	۰٫۷۲۲	۲
۰٫۰۱۴۱	۰٫۷۰۵	۲
۰٫۰۱۲۹۸	۰٫۶۴۹	۲
۰٫۰۱۱۶۴	۰٫۵۸۲	۲
۰٫۰۰۷۴	۰٫۳۷	۲

در نهایت با در نظر گرفتن ضریب روشنایی ۲ برای کارهای بصری (سعیدزاده خانقاه، ۱۳۹۴، ۶)، تمامی اعداد به‌دست‌آمده از طریق فرمول (۱) محاسبه گشت.

طبق «جدول ۶»، شدت روشنایی در فضای اداری نمای پارامتریک و صفحات فتوولتائیک با زاویه بهینه، بیشتر از زاویه ۹۰ و در حالتی که سلول فتوولتائیک زاویه‌ای با سطح نما ندارد، است. درصورتی‌که پنل‌ها به صورت قائم و زوایای آن‌ها با سطح افق ۹۰ درجه باشد و متناسب با زاویه بهینه جذب انرژی خورشید تغییر زاویه ندهند، این مقدار به ۰٫۰۰۷۴ کاهش می‌یابد. درنتیجه میزان کمتری از نور خورشید وارد فضای داخل شده است. در این‌صورت وابستگی به منابع مصنوعی و لامپ‌ها بیشتر است. بر این اساس، پیشنهاد می‌گردد برای ساختمان‌های اداری که بخش زیادی از انرژی کشور را تأمین می‌کنند، از نماهای پارامتریک پوشیده شده با صفحات فتوولتائیک باقابلیت تنظیم زاویه به‌صورت خودکار و یا دستی استفاده شود. تابش نور خورشید در فصول مختلف سال، متفاوت است. لذا بر اساس «شکل ۱۱»، زاویه ۱۸ درجه نماهای پارامتریک برای فصول مهر، آبان و آذر، زاویه ۲۵ درجه نماهای پارامتریک برای فصول تیر، مرداد، شهریور، زاویه ۴۱ درجه برای فصول فروردین، اردیبهشت و خرداد و زاویه ۵۵ درجه برای فصول دی، بهمن و اسفند به‌عنوان زوایای بهینه برای بهره‌برداری مطلوب‌تر انرژی خورشیدی و همچنین افزایش ضریب روشنایی روز در فضاهای اداری توصیه شد. این امر علاوه بر ذخیره‌سازی بیشتر نور خورشید، کاهش وابستگی به منابع نور مصنوعی را نیز به دنبال دارد.

نتیجه‌گیری

بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای کشورهای توسعه‌یافته جهان در حوزهٔ کاهش و مصرف انرژی استفاده از فناوری‌های نوین و توسعه‌یافته در این مقوله است. این نوع فناوری‌ها ضمن کاهش مصرف انرژی در توسعهٔ اقتصادی و حفاظت از محیط زیست نیز اثرگذار است. به‌عبارت‌دیگر کاهش مصرف انرژی، از یک‌سو هزینه‌های انرژی را کاهش داده و از سوی دیگر با صرفه‌جویی در آن آلودگی محیط زیست را نیز کمتر می‌کند. این پژوهش به تحلیل روش‌های خلاقانه جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان‌های اداری پرداخت. بر مبنای تحلیل انرژی در ساختمان‌های اداری به ارائه راه‌حل‌هایی جهت ذخیره انرژی در فضاهای معماری توجه نمود. مطابق با اطلاعات و نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات، بیشترین مصرف انرژی در بخش ساختمان‌های اداری است. به‌عبارت‌دیگر به دلیل استفاده از مصالح نامناسب و نادیده گرفتن شرایط اقلیمی، مصرف انرژی در این نوع از ساختمان‌ها بیش‌ازحد مجاز تعریف شده است. بر این اساس در صورت عدم استفاده از این موارد در طراحی‌های جدید با کمبود انرژی و مشکلات عدیدهٔ آن موجه خواهیم شد. بنابراین طراحی‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که نسبت به محیط واکنش نشان دهند. مبحث صرفه‌جویی در انرژی و استفاده حداکثری از آن با توجه به مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، نیازمند توجه و آگاهی بیشتر است. بنابراین با توجه به پژوهش‌های حاصل شده، نمای ساختمان‌های متحرک وابسته به اینترنت اشیا، انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به باقی نماها دارند. از سوی دیگر مبحث انرژی در ساختمان‌های امروزی و کنترل آن از مباحثی است که نیازهای جوامع بشری امروز را تأمین می‌کند. ازاین‌رو پژوهش حاضر در جهت کمک به ذخیره‌سازی انرژی در ساختمان‌های اداری صورت پذیرفت. در این مقاله پس از بررسی اهمیت انرژی در عصر حاضر و صرف مقدار قابل توجهی از انرژی در ساختمان‌های اداری، راه‌حل‌هایی برای کنترل انرژی صورت پذیرفت. ازجمله راه‌حل‌هایی که در این زمینه بررسی شده است، زاویه بهینه برای نماهای متحرک وابسته به سیستم‌های بی‌سیم اینترنت اشیا است. مدل پیشنهادی در ساختمان بلوک چهار آموزشی دانشگاه علوم تحقیقات تهران با توجه به این اصل، ارائه گردید. این ساختمان ازجمله ساختمان‌های اداری بزرگ شهر تهران است. می‌توان از این طریق، حداکثر ذخیره‌سازی انرژی را در یکی از این ساختمان‌های اداری شهر تهران، محقق ساخت.

منابع

باطنی، شیما سادات؛ هاشم‌نژاد، حمید؛ مصلحی، محمدرضا (۱۳۹۶)، مروری بر کاربردها و چالش‌های اینترنت اشیا، *کنفرانس ملی فناوری‌های نوین در مهندسی برق و کامپیوتر*، ۱، ۱-۱۲.

پوررجب صوفیانی، لاچین؛ ناصح‌زاده تبریز، شهرام؛ صدیق دلالی، مهتا (۱۳۹۵)، واکاوی برخورد معماری پارامتریک و معماری ایرانی، *چهارمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، معماری و توسعه شهری*، تهران: دانشگاه شهید بهشتی تهران.

ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۹، دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد انرژی، ۱۳۹۹، تهران، ۱-۶۵۶.

حسنی، مهسا (۱۳۹۶)، بررسی تاثیر طراحی پارامتریک به عنوان ابزاری پردازشگر در معماری و سازه، *کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری*، ۳، ۱-۱۲.

خبازی، زوبین (۱۳۹۱)، *پارادایم معماری الگوریتمیک*، تهران: انتشارات کسری.

سعید زاده خانقاه، الهه (۱۳۹۴)، کاربرد انرژی خورشیدی و سیستم‌های فوتوولتائیک یکپارچه با ساختمان، *کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری و شهرسازی*، ۱، ۱-۲۱.

صفایی تبار، مژده؛ فرحزا، نریمان؛ کوششگران، علی‌اکبر (۱۳۹۶)، تحلیل و ساخت الگوهای پارامتریک در ایجاد نمای دوم به منظور کنترل نور در فضای داخلی مسکن، *معماری و شهرسازی پایدار*، ۲، ۱۵-۲۶.

طاهباز، منصوره (۱۳۹۶)، *دانش اقلیمی طراحی معماری*، تهران: دانشگاه شهید بهشتی.

قارونی اصفهانی، فاطمه (۱۳۹۱)، *طراحی پارامتریک بر اساس فرم پوستهٔ دیاتوم‌ها نمونه موردی پژوهشکده صنعت نفت*، تهران: دانشگاه تربیت مدرس.

مقتدی نژاد، مهدی، پاشایی، سودا (۱۳۹۵)، بررسی تاثیرفرایند معماری پارامتریک بر پایه طراحی الگوریتمیک روشی نوین در طراحی معماری دیجیتال در راستای اهداف معماری پایدار، *کنفرانس بین المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری و شهرسازی*، ۳، ۱-۱۸.

کرمی، علی، اردلانی، حسین (۱۳۹۴)، *بررسی نظم به‌عنوان معیار زیبایی‌شناسی در معماری*، ۱، ۱-۱۳.

مدبریان، علی، پاکدل‌فرد (۱۴۰۱)، *پارادایم معماری پارامتریک در آثار معماری اسلامی ایران*، ۱، ۱۰۵-۱۱۶.

مولانایی، سینا، مولانایی، صلاح الدین (۱۳۹۵)، معماری دیجیتال، طراحی پارامتریک، ظهور ادبیاتی نو در معماری و سبکی اجتناب ناپذیر، *همایش ملی فناوری در مهندسی کاربردی باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی*، ۱، ۱-۲۱

میرخسروی، نگین (۱۳۹۶)، تبیین تحرک و انعطاف پذیری پوسته ای در معماری عصر تکنولوژی، *کنفرانس ملی رهیافت‌های نو در مهندسی عمران و معماری*، ۱، ۱-۹.

نیلی‌پور، مرضیه، منشئی، محمدحسین (۱۳۹۸)، *تحلیل تعاملات شیء به شیء در اینترنت اشیا*، ۵، ۱-۱۲.

- وکیلی راد، میثم (۱۳۹۱)، نمای دینامیک؛ نمای هوشمند، ماهنامه *ساخت‌وساز*، ۶، ۳۱، ۶۲-۶.

Ben van berkel, caroline, 1995, pricentone.

Benghanem, Optimization of tilt angle for solar panel, 2011, 1427-1433.

Heliasadat Hosseinian, Hamidreza Damghani, Leila Damghani, Golnoosh Nezam, Hediyehsadat Hosseinian, 2019, Home appliances energy management based on the IoT system, The International Journal of Nonlinear Analysis and Applications (IJNAA), 1, 167-175.

Jodidio, Philip, 2009, Zaha Hadid, Complete works 1979-2009, Taschen, Koln

Karl, D,. Kelly, B, 2011, visualizing landscape systems with parametric modeling. Uga.

Rafael roig, 1964, the continum universe of fredrik J.Kessler.

Varaku, E, 2013, computational architecture: Focusing on perception and functionality aspects of urban intervantion. TU Delf, Delf, University of Technology.

Leach, nill, 2009, digital morphogenesis, AD theoretical Meltdown, Vol. 79, No. 1,PP35-77.

Liu B, Jordan R. Daily insolation on surfaces tilted towards the equator. Trans ASHRAE 1962;67.

Marcaurel schnabel, 2007, parametric designing in architectur, A Dong, A Vande Moere & JS Gero, 237-250.

Schumacher, Patrik, 2009, Parametricism- A new glbal style for architecture and urban Design, AD, digital cities Vol 79. Available at: http:// www.patrikschumacher.com/ Texts/ Parametricism- A New Global Style for Architecture and Urban Design. Html. Accessed on November 2013.

Schumacher, Patrik, 2009, Patterns of Achitecture,In AD, Architectural Design, Vol.79 No. 6. Available at: http:// www. Patrikshumacher.com/ Texts/ Parametric%20Patterns.html. Accessed on November 2013.

V. Mahidhar and D. Schatsky, "The Internet of Things," 2013.

yazdnoor.com

yoshiki obayashi, 2002, wave garden, pricenton.

www.aadarch.com

Rahpooye Memari-o Sahrsazi
(Quarterly Journal of Architecture and Urbanism)
Vol. 2, No. 7, Autumn 2023

Improving the Design Principles of Smart Facades in Office Buildings Using the Internet of Things Method

Hediehsadat Hosseinian[1], **Razieh Labibzadeh**[2]

Received: 2023-08-09, Accepted: 2023-11-11
DOI: 10.22034/RAU.2023.2008909.1052

Abstract

The studies on facade design in architecture are extensive. In recent years, architects have increasingly focused on designing intelligent facades that interact with environmental factors. The limitation of energy resources and the increasing consumption of it has led to the use of Smart Technologies to transmit information packets in an integrated network that saves time and money. This article examines the Smart Facade technology, emphasizing the use of the Internet of Things method by the software available in smartphones, computers, etc., for the direct integration of the physical world and computer systems and the ability to control and manage remotely by systems connected to the Internet. The ideal goal of the project is the realization and sustainable development in architecture using modern systems. The main goal is to design Smart Facades in office buildings using the Internet of Things method using parametric architecture. The sub-goals to reach the general goal are: 1-Utilizing advanced technologies in the construction of office buildings; technologies that offer advantages for society. Such technologies are still in the pre-competitive stage and can be chosen for investment. 2- Identifying strategic research areas and designing a suitable space where information is extracted for the future of the human race. This research will be a study ground for solving the experienced current or future scientific problems. Therefore, the use of smart parametric technology by using the Internet of Things is part of the active solar method. In this method, it is possible to use the new technology and tools of a wide range of sensors to store energy and control bioclimatic conditions. Today, By adding sensors to objects and transferring the desired data, it's possible to control energy and improve the quality of human life. A continuous network of information that communicates with each other through the Internet can be called the Internet of Things. By using the function of the Internet of Things in buildings, it is possible to provide comfort and well-being for residents and users through the control

1. MA student, Department of Architect, Faculty of Art and Architecture, Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran, Iran (Corresponding Author). Email: hedieh.hosseinian@srbiau.ac.ir
2. Assistant Professor, Department of Architect, Faculty of Art and Architecture, Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran, Iran. Email: r-labibzade@srbiau.ac.ir

of electricity flow, internal temperature, and smart alarm systems. It is possible to optimize energy consumption by designing such buildings. The current communication of remote broadcasting as the basic thought of this idea is inevitable. Proximity is a set of things or items around us, for example, radio frequency identification tags, sensors, actuators, mobile phones, etc. that can communicate with each other and cooperate with their neighbors to achieve common goals. This research uses two methods documentary and descriptive research. The theoretical foundations have been extracted using library tools, and the method of content analysis has conducted a review of documents and sources. The proposed building of the fourth educational block at the Tehran University of Science and Research was presented as an example of this research. Therefore, parametric architecture was considered as an independent variable, and exposure control of office spaces as a dependent variable. First, the information needed for the current research was examined by reviewing the data. Then, through the method of qualitative content and case study, through analysis and logical reasoning, an overview of the improvement in the amount of energy storage of the smart facade was carried out in the Block four-educational building, Tehran University of Science and Research. Also, based on the conducted studies, new methods were presented to respond to the needs of people in office buildings built in climatic and environmental conditions; by evaluating valid documents and examples used in architecture, the most efficient technology is determined by human needs and aimed at improving their quality of life. The process of turning into qualities is the final goal of this research. This method was used to identify the main and sub-categories of human needs and expectations from space, answered with the help of technology and through the Internet of Things method. This method is mostly used in the process of research, integrated research, examining the image of reality, and examining the degree of conformity of programs with structural and content characteristics. The research findings show a purposeful relationship between the building shell and energy control in such a way that designing these types of shells for the facade, is completely separate from it. It is possible to control excess light and heat, through wireless technologies and radio frequencies, and because of energy storage and even its production, it is possible to cover building costs and energy consumption. With these types of designs, buildings can be provided in harmony with the surrounding environment. In this way, moving shells play a significant role in controlling energy consumption and storing it because of their ability to change in different conditions.

Keywords: Moving shell, Energy storage, Internet of Things method, office space, Smart facades