

## رویکرد تحلیلی بر معماری اکوتک از حیث کالبد (مورد پژوهی: پارلمان آلمان، مرکز فرهنگی ژان ماری جیبائو و برج شانگهای)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴

کد مقاله: ۵۷۷۷۰

بهرنگ عبادی\*<sup>۱</sup>، یاسمن قوام<sup>۲</sup>، سارا امانی<sup>۳</sup>،  
امیرحسین عباسیان<sup>۴</sup>

### چکیده

با روی کار آمدن سبک های-تک، پیامدهای منفی ایجاد شد؛ از جمله استفاده بی‌رویه از تکنولوژی که موجب اختلال در اکوسیستم گردید. با توجه به این موضوع، تمامیت حرفه‌ها، از جمله معماری، با هدف بهینه‌سازی معماری های-تک، سعی بر هم‌راستا نمودن تکنولوژی و اکولوژی نمودند. نتیجه آن معماری اکوتک شد. اینکه چگونه کالبد در آثار مذکور، پژوهش را به سمت معماری اکوتک سوق می‌دهد، مورد بحث و بررسی تحقیق پیش‌رو می‌باشد. پژوهش حاضر با روش تحقیق کیفی و راهبردی توصیفی-تحلیلی، از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی، گردآوری شده‌است. افزایش کیفیات زیستی، نتیجه تکیه به معماری اکوتک بوده که توانسته نسل امروز و آینده را تحت تأثیر قرار بدهد. این پژوهش بر آن است که با بررسی نمونه‌های موردی، شرحی از روند شکل‌گیری سیستم‌های ساختمانی، در جهت افزایش سطح کیفی زندگی هم‌سو با محیط زیست، ارائه دهد. نتیجه این پژوهش نشان می‌دهد که معماری اکوتک الگویی مؤثر برای ایجاد فضاهای پایدار و کارآمد است و می‌تواند به ساخت ساختمان‌هایی هم‌سو با محیط زیست و فناوری‌های نوین کمک کند.

واژگان کلیدی: معماری، اکوتک، کالبد، های-تک

۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب: [behrangebadi@gmail.com](mailto:behrangebadi@gmail.com)

۲- دانشجوی کارشناسی مهندسی معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب

۳- دانشجوی کارشناسی مهندسی معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب

۴- دانشجوی کارشناسی معماری داخلی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

## ۱- مقدمه

خردگرایی و تاثیر آن بر جامعه بشری، سبب ظهور انقلاب صنعتی شد، یکی از پیامدهای این رویداد توجه به دانش و تکنولوژی بود. با توجه به تداوم استفاده تمام اقشار جامعه بشری از تکنولوژی در زندگی روزمره، تغییر، سبک زندگی عموم مردم را در بر گرفت. این تغییرات، موجب تاثیرات بسزایی در تفکر معمارانه در آن عصر شد، که یکی از محصولات این تأملات، سبک های-تک بود. معماران این سبک، تکنولوژی را دستاورد بزرگ مدرنیته و مهم ترین عامل توسعه و پیشرفت در قرن بیستم می دانند. از اواخر دهه پنجاه شمسی، معماری های-تک مورد نقد طرفداران حفظ محیط زیست قرار گرفت. آن ها تکنولوژی مدرن و آلودگی های ناشی از آن را مخرب محیط زیست و عامل از بین بردن زیست بوم کره زمین عنوان نمودند (قبادیان، ۱۴۰۰). ولی معماران های-تک حاضر به صرف نظر کردن از تکنولوژی مدرن نبودند. معماران های-تک، با اعتقاد به بینش پوزیتیویسم، معتقدند که مشکل تکنولوژی نیست، بلکه راه حل در استفاده صحیح از تکنولوژی نهفته است. لذا در معماری جدید آن ها که به نام اکوتک (اکولوژی + تکنولوژی) خوانده می شود، تکنولوژی در مقابل طبیعت قرار ندارد بلکه در کنار و به موازات حفظ طبیعت، برای بهره برداری هر چه بیشتر از امکانات محیطی و تامین آسایش انسان تلاش می شود. در کارهای اخیر معماران این سبک، همواره در کنار عکس های زیبای ساختمان های آن ها، مقطعی از بنا وجود دارد که در آن نحوه استفاده از عوامل اقلیمی با کمک تجهیزاتی همچون دودکش های هوا، آینه های انعکاس دهنده، پوسته های هوشمند، گلخانه ها، پله های شیشه ای و تبادل کننده های حرارتی نشان داده شده است. شکل خود ساختمان در مقطع نیز با توجه به زاویه تابش آفتاب و سرعت و جهت باد در فصول مختلف سال طراحی شده است (قبادیان، ۱۳۹۳). پژوهش پیش رو سعی بر شناسایی و تحلیل کالبدهایی دارد که این نگرش را در نمونه های پژوهی انتخاب شده مورد بررسی قرار دهد تا به نگرشی کلی از ماهیت کالبدی معماری اکوتک رسیده شود.

## ۲- سوال پژوهش

نیاز به آینده نگری در هر زمینه ای، در عصر حاضر یکی از ویژگی های بشریت تلقی می گردد. تاثیرات ناشی از صنعتی شدن و زندگی مدرن برای بشر یک امر بدیهی و غیرقابل انکار می باشد. در این مسیر اقشار مختلف جامعه گام های مهمی در مسیر پیش برد زیست انسانی برنهادند که معماران نیز با ایجاد دیدگاه های نوین توانسته اند سهم قابل توجهی در این روند داشته باشند. طی مطالعات انجام شده در متون ارائه شده، نمونه های موردی مورد بررسی قرار گرفته اند و در هر یک به بخشی از کالبد بناها اشاره شده است. پژوهش پیش رو این دیدگاه را در نظر دارد که چگونه می توان الگویی میان آثار شاخص مورد بحث یافت که بتواند مطالعه کالبد معماری اکوتک را دسته بندی کند؟ برای دستیابی با پاسخ این سوال رسیدن به ریز سوالات زیر حائز اهمیت است:

- معماری اکوتک چیست؟
- اهمیت انتخاب این نمونه ها در چیست؟
- چه موضوعاتی بر کالبد یک بنای اکوتک تاثیر دارد؟
- چگونه می توان کالبدهای تکنولوژیک را در معماری اکوتک دسته بندی کرد؟

## ۳- پیشینه پژوهش

اکوتک، آمیزه ای از دانش فنی و اصول پایداری طبیعت است که در خلق آثار معماری، به کار گرفته می شود. در این سبک، بهره گیری از فناوری به گونه ای است که نه تنها با زیست بوم طبیعی در تضاد نباشد، بلکه بقای نسل های آینده را نیز تضمین کند. اهمیت ویژه اکوتک، در این نهفته است که تکنولوژی هم راستای محیط زیست قرار می گیرد. در مطالعات کتابخانه ای انجام شده پیرامون این موضوع، به ویژه منابع معتبر، بررسی گونه ای دقیقی از بناهای این سبک به صورت طبقه بندی شده، ارائه نشده است. در کتاب دکتر هادی محمودی نژاد، که در سال ۱۳۹۸ با عنوان طبیعت و تکنولوژی در معماری اکوتک به رشته تحریر درآمد، به تعاریف سبک های های-تک، اکوتک، معماری پایدار و همچنین نمونه موردی از این سبک ها پرداخته شده است. کتاب آشنایی با معماری معاصر اثر دکتر حامد کامل نیا، گذر مختصری به شرح این سبک و در کتاب معماری معاصر غرب نوشته دکتر وحید قبادیان، منحصر به پارلمان المان پرداخته شده است. همچنین، طبق بررسی های صورت گرفته در فصلنامه معماری سبز، سال نهم، شماره ۲، سال ۱۴۰۲، به نوشتار سیما حاجی حسن به بهره گیری از انرژی های نو در طراحی پایدار همگام با معماری اکوتک، با نگاهی به برج شانگهای، پرداخته شده است و ماهنامه دنیای پردازش نیز در سال هشتم، شماره یازده، حامد بابا باشی، حول محور معماری اکوتک به معرفی معماران مطرح پرداخته و گذری کوتاه به آثار آن ها دارد. کتاب "مبانی ساختمان های بلند" محمود گلابچی، به ادغام طراحی پایدار و فناوری های نوین در ساختمان های بلند می پردازد و تأثیر آن بر کیفیت زندگی و محیط زیست را بررسی می کند. این پژوهش، با هدف بررسی و تحلیل نقاط قوت و ضعف نمونه های برجسته ای از معماری اکوتک، از

منظر کالبد و تقسیم‌بندی تکنولوژیک، انجام شده است. غایت نهایی آن، ارزیابی استفاده از فناوری هم‌راستا با طبیعت و بهینه‌سازی بهره‌وری در این سبک معماری است.

#### ۴- مبانی نظری پژوهش

در ابتدا لازم است واژه اکوتک را مورد بررسی قرار می‌دهیم. واژه اکوتک، از دو واژه اکولوژی، که مربوط به شاخه‌ای از علم زیست‌شناسی است به بررسی روابط موجودات زنده با محیط اطرافشان و با یک‌دیگر می‌پردازد، و تکنولوژی، که به مجموعه‌ای از دانش‌ها، ابزارها، روش‌ها و فرآیندهایی گفته می‌شود، برای حل مشکلات و بهبود عملکرد در زمینه‌های مختلف به کار گرفته می‌شود، تشکیل شده. اکوتک، طی اعتراضات گروه‌های منتقد شکل گرفت، از جمله گروه‌های طرفدار محیط زیست همچون احزاب سبز در اروپا (قبادیان، ۱۳۹۳). معماران سبک‌های-تک، تکنولوژی را دستاورد بزرگ مدرنیته و مهمترین عامل توسعه و پیشرفت در قرن بیستم می‌دانند. از نظر آن‌ها، عصاره و مشخصه هر عصر در معماری آن دوره شکل کالبدی یافته است. از اواخر دهه پنجاه شمسی، معماری‌های- تک مورد نقد طرفداران حفظ محیط زیست قرار گرفت. آن‌ها تکنولوژی مدرن و آلودگی‌های ناشی از آن را، مخرب محیط زیست و عامل از بین بردن زیست بوم کره زمین عنوان نمودند؛ ولی معماران‌های-تک حاضر به صرف نظر کردن از تکنولوژی مدرن نبودند. بدین سبب، آن‌ها نام خود را به اکوتک تغییر دادند. در این سبک جدید، تکنولوژی در مقابل محیط زیست قرار ندارد، بلکه تکنولوژی در کنار و به موازات شرایط زیست محیطی در طرح ساختمان به کار گرفته می‌شود (قبادیان، ۱۴۰۰). از این رو، معماری اکوتک به تدریج جایگزین معماری‌های تک گردید. در سال ۱۹۷۱، دو معمار جوان ایتالیایی تبار به نام‌های ریچارد راجرز و رنزو پیانو در مسابقه طرح ساختمان مرکز ژرژ پمپیتدو در پاریس، در بین ۶۸۱ شرکت‌کننده، برنده اعلام شدند. (محمودی نژاد، ۱۳۹۸) پروژه مذکور، در قالب نظریات و کالبد جدیدی که بعدها به‌های-تک معروف شد، طراحی و ساخته شد. پس از اعتراضات وارده به این سبک، این دو معمار و در کنار آن‌ها نرمن فاستر و نیکلاس گریمشاو را می‌توان پیشگامان سبک اکوتک دانست.

#### ۴-۱- اهداف معماری اکوتک

جامعه معماری، قدرت فناوری را در حل مشکلات انسان نادیده گرفته است؛ ولی معماران اکوتک دو هدف فناوری و اهداف انسانی را کنار هم آورده و به ایجاد روابط انسانی، اعتبار معنوی بخشیده‌اند. در نتیجه، معماری اکوتک می‌تواند کلیدی برای پاسخ‌گویی به این پرسش باشد که چگونه معماری می‌تواند در زندگی سالم و مفید، نقش حمایت‌کننده را ایفا کند. می‌توان گفت که ساختمان‌های سبز به غیر از برآوردن نیازهای جسمی انسان، نیازهای روحی او را نیز مرتفع می‌سازند. در واقع، نظام‌هایی هستند که توسعه‌ی پایدار را در سطح جامعه براساس سلامت بشر، بهره‌وری و رفاه، بیان می‌کنند (بابا باشی، ۱۳۹۴).

#### ۴-۲- ویژگی‌های معماری اکوتک

طراحی در این سبک، بر این اصل استوار است که ساختمان، جزئی کوچک از طبیعت پیرامون است و باید به عنوان بخشی از اکوسیستم عمل کند و در چرخه حیات قرار گیرد. بدون تردید، کیفیت مطلوب بدون توجه به طبیعت، نورگیری مناسب فضاها و تهویه مطبوع فراهم نمی‌آید. در ضمن، از آنجا که پایداری و ماندگاری خود ساختمان به عنوان یک پدیده مدنظر است، لذا ساختن با کیفیت بالا و استفاده از مصالحی با قابلیت ماندگاری طولانی نیز باید مدنظر قرار گیرد. رسیدن به چنین شرایطی با استفاده از مدیریت کارآمد و به کارگیری آخرین تکنولوژی‌ها صورت می‌گیرد. دستیابی به استانداردهای بالای کیفیت، امنیت و آسایش، که در واقع سلامت انسان‌ها را تأمین می‌کند، از مهم‌ترین اهداف معماری اکوتک است (اریان‌پور و کاملی، ۱۳۹۲). معماری اکوتک با هدف محیط زیست بر موارد زیر تأکید دارد:

- کاهش اتلاف و پخش انرژی در محیط
- کاهش تولید تاثیرگذارنده‌ها بر سلامت انسان
- استفاده از مواد قابل بازگشت به چرخه طبیعت
- رفع سمی مواد (محمودی نژاد، ۱۳۹۸)

#### ۴-۳- بینش در معماری اکوتک

در این معماری، ساختمان‌ها، شهر و اهالی آن همانند یک سیستم ارگانیک جداناپذیر، در زیر چارچوب متحرک و متحول، که کاملاً دقیق و به اندازه طراحی شده، قرار می‌گیرند. به جای تیرها، ستون‌ها و پانل‌ها و سایر المان‌های سازه‌ای، یک پوسته ممتد و به هم پیوسته جایگزین خواهد شد. این روبات‌های متحرک، با استفاده از سیستم‌های الکترونیک و بیوتکنولوژی، بسیاری از

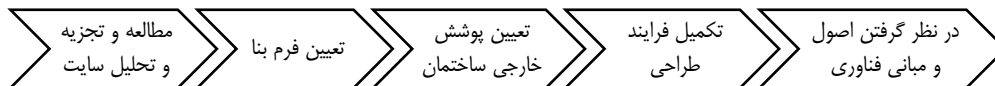
خصوصیات ارگانیک‌های زنده را خواهند داشت. در مورد سازه‌های معماری، سیستم‌های انعکاسی با استفاده از دستگاه عصبی الکترونیک، تغییرات محیطی را احساس خواهند کرد و همانند ماهیچه‌های بدن با منقبض و منبسط کردن خود، بار و نیروهای وارده را به قسمت‌های مختلف کالبد بنا منتقل می‌کنند (خندان، ۱۳۹۷) معیارهای طراحی بنا با رویکرد اکوتک:

- مطابقت با اقلیم
- مکان‌یابی مناسب
- طراحی بنا
- استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر
- حفظ ارتباط متقابل با طبیعت
- ساخت و ساز اصولی (حامی سوقه، ۱۳۹۰).

در کارهای اخیر معماران این سبک، همواره در کنار عکس‌های زیبای ساختمان‌های آن‌ها، مقطعی از بنا وجود دارد که در آن نحوه استفاده از عوامل اقلیمی با کمک تجهیزاتی همچون دودکش‌های هوا، آینه‌های منعکس‌کننده، پوسته‌های هوشمند، گلخانه‌ها، پله‌های شیشه‌ای و تبادل‌کننده‌های حرارتی نشان داده شده است. شکل خود ساختمان در مقطع نیز با توجه به زاویه تابش آفتاب و سرعت و جهت باد در فصول مختلف سال طراحی شده است. (قبادیان، ۱۳۹۳).

### ۴-۳- فرآیند طراحی در سبک اکوتک

عواملی که در طراحی ساختمان‌های اکوتک تأثیرگذارند را، می‌توان با مطالعه ساختمان‌های مختلف مورد بررسی قرار داد. ساختمان‌های انتخاب شده، متناسب با فرآیندهای اکوتک و رعایت اصول طراحی با کمک فناوری‌های نوین صورت گرفته است. در فرآیند طراحی، همان‌گونه که نمودار شماره ۱ نشان می‌دهد، تغییر رویکرد و نگرش معماران از سنتی به اکوتک به صورت تدریجی، و با دستکاری و تغییر در بخش‌های مختلف صورت گرفته است (مژدگانی، ۱۳۹۵).



### نمودار ۱ - تغییر رویکرد و نگرش روند طراحی در معماری اکوتک (مأخذ: مژدگانی، ۱۳۹۵)

به منظور پیشینه کردن ظرفیت معماری اکوتک در فرآیند طراحی بنا، شرایط طراحی مفهومی فرم و محیط پیرامون اهمیت فراوانی می‌یابد. این راهکار به معماران اجازه می‌دهد تا فرم‌ها و اشکالی خلق کنند، که علاوه بر آزادی در طراحی، پوشش‌هایی کارآمد باشند؛ و در مصرف انرژی و تعامل با محیط پیرامون به درستی عمل نمایند. به این ترتیب، با ظهور فرایندهای طراحی مفهومی، ایده‌های محاسباتی و مطالعات در زمینه پوسته‌های خارجی ساختمان، امکانات جدیدی را پیش روی طراحان قرار داده است که بتوانند فرم‌هایی قابل توجه و جدید با پایداری مناسب را به وجود آورند (مژدگانی، ۱۳۹۵).

### ۵- دیدگاه‌ها

نورمن فاستر، جزء نخستین کسانی است که در گرایش به اندیشه‌های گروه‌های سبز، مفهوم معماری اکوتک را در عمل به کارگرفت و حاصل کارش به قدری موفقیت‌آمیز بود که طرفداران معماری اکوتک را در به تحقق رساندن ایده‌هایشان امیدوار نمود. مهم‌ترین منبع الهام فاستر در دستیابی به چنین نگرشی، همکاری و بازآموزی اندیشه‌های معمار آمریکایی، ریچارد باکمینستر فولر، بود. روش کار او، توجه به سازماندهی عناصر شکل‌گیری معماری در نظام بوم‌شناسی بود. آنچه فاستر را وامدار اندیشه‌های فولر می‌کند، برخورد با مفهوم طراحی معماری به مثابه درنگ و تأملی محتاطانه در شناخت وسیع‌تری از عالم هستی است. فاستر در هر پروژه، به دنبال راهکارهای جدید معماری است. به نظر او، بهترین طرح معماری، طرحی است که بتواند نیازهای اجتماعی، اقتصادی، فناوری، زیباشناختی و زیست‌محیطی را به همراه آورد و نتیجه آن باید سنتزی از همه عوامل دخیل در پروژه باشد (بابا باشی، ۱۳۹۴). به عقیده ریچارد راجرز، معماری متناسب با اقلیم، ضمن ارزش‌گذاری به پیشرفت فناوری، همواره گام‌هایی است که به ایده‌های بلند پروازانه معمار پاسخ مثبت می‌دهند و افق‌هایی هستند که انسان را به طبیعت نزدیک می‌گردانند. به باور راجرز، دغدغه‌ها و مباحث مطرح‌شده علوم جدید، بحث در مورد ذخیره انرژی و پول و سرمایه نیست، بلکه آنچه مهم است، حفظ زمین از آینده‌های مضر صنعتی و پسا صنعتی است. همسو با کارهای فاستر و راجرز، می‌توان به طرح‌های رنزو پیانو اشاره نمود. آنچه آثار وی را به معماری اکوتک پیوند می‌زند، توجه به طبیعت، توجه به سایت و کشف اصل استقراری نهفته در خصوصیات سایت، ریخت‌شناسی زمین، رابطه انسان با معماری و غیره است که از درون آن‌ها قواعد هر پروژه‌ای استخراج می‌شود. معماری پیانو، به

سوابق او بستگی دارد، چرا که پدری معمار داشت و با طرز قرار گرفتن ساختمان‌ها آشنا بود. او در منطقه پیکی زندگی می‌کرد. در آنجا منظره‌ای از طبیعت وجود نداشت و آفتاب سوزان هم، آن‌ها را دچار مشکل می‌کرد. لذا تصمیم گرفت تا سایبانی از برگ در امتداد باد به‌طور ثابت درست کند و این اولین کار او در راستای معماری بود. می‌توان این را اولین تجربه او همسو با معماری اکوتک دانست (بابا باشی، ۱۳۹۴).

## ۶- بناهای اکوتک

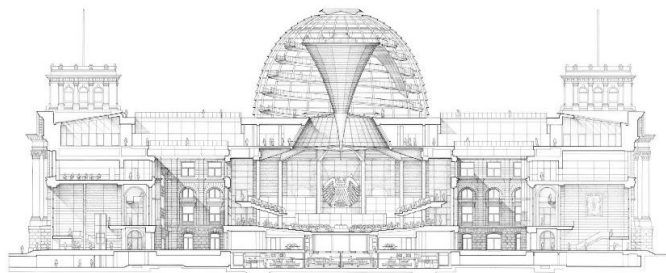
### ۶-۱- ساختمان پارلمان آلمان

به گفته حاجو هولبورن آتش‌سوزی رایش‌تاک یک حمله عمدی به ساختمان رایش‌تاک، پارلمان آلمان در برلین بود. طرح نورمن فاستر، برای بازسازی رایش‌تاک (پارلمان جدید آلمان) در برلین در سال ۱۹۹۳ به عنوان برنده اول اعلام شد (قبادیان، ۱۳۹۷). ساختمان بازسازی شده، نشان‌دهنده ایده مشخص رایش‌تاک قدیمی است و شالوده پروژه حاضر نیز همان ساختمان اصلی می‌باشد. شفافیت و دسترسی آسان، نکات عمده‌ای در بازسازی فضای داخلی رایش‌تاک بود (بابا باشی، ۱۳۹۴). در طرح این بنا، دو هدف مهم یعنی شفافیت در تمام بخش‌های بنا، برای تأکید بر مسئله دموکراسی و بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر مد نظر بود. تغییر شکل و بازسازی این ساختمان بر مبنای چهار موضوع اساسی انجام شد که عبارتند از: ۱- اهمیت دادن به بنا به عنوان یک مرکز دموکراتیک: ۲- توجه به دسترسی عمومی: ۳- حساسیت نسبت به تاریخ: ۴- توجه به محیط پیرامون (گلابچی، ۱۳۹۱)

### ۶-۱-۱- ویژگی‌ها (تکنولوژی‌ها)

گنبد شیشه‌ای جدید این ساختمان، نقطه عطفی است بر داخل ساختمان و در عین حال نور و دید طبیعی را هم در این بنا تأمین می‌کند. در نتیجه، این گنبد از مؤلفه‌های اصلی ساختمان در راهبردهای صرفه‌جویی انرژی و استفاده از روشنایی طبیعی به شمار می‌آید. گنبد مذکور، به مثابه نوعی فانوس به تمام تعبیرهاست. هسته اصلی این ساختار، مخروطی با آئینه‌های کجی است که نور افق را در داخل ساختمان منعکس می‌کنند و با حفاظ متحرکی که مسیر خورشید را دنبال می‌کند، مانع گرما و تابش شدید به داخل بنا می‌شود. این گنبد، همچنین مؤلفه اصلی سیستم تهویه طبیعی است، زیرا هوای داخل ساختمان را به مثابه دودکشی به سمت بالا می‌کشد و سپس مخروط، هوای گرم را از بالاترین طبقات بیرون می‌دهد. ضمن این که دستگاه‌های تهویه و مبدل‌های حرارتی جای گرفته در محور این مخروط، هوای مانده را بازیافت می‌کنند (بابا باشی، ۱۳۹۴). از نظر اقلیمی، در تابستان تهویه طبیعی تالار نمایندگان از طریق باز کردن دریچه بالای گنبد شیشه‌ای صورت می‌گیرد. در زمستان، هوای گرم زیر گنبد شیشه‌ای بازیافت و مجدداً مورد استفاده قرار می‌گیرد و بالاخره، آینه‌های وسط گنبد، روشنایی طبیعی و تصویر مردم (خاستگاه قدرت مجلس) را به تالار نمایندگان منعکس می‌کنند. از دیگر موارد اقلیمی که در طرح بازسازی این ساختمان در نظر گرفته شده، می‌توان به موضوعات زیر اشاره کرد:

- سلول‌های خورشیدی فتوولتیک با ۳۰۰ متر مربع مساحت بر روی بام جنوبی ساختمان برای تأمین برق.
  - پنجره‌های هوشمند برای تهویه هوا.
  - طراحی یک نقاب متحرک در زیر گنبد شیشه‌ای که حرکت آن توسط رایانه تنظیم شده و از تابش و انعکاس مستقیم نور آفتاب به داخل تالار مجلس جلوگیری می‌کند.
  - ذخیره شدن حرارت اضافی در قسمت‌های مختلف ساختمان در یک مخزن طبیعی که آب گرم برای گرمایش را تأمین می‌کند.
  - ذخیره شدن آب سرد در لایه‌های زیرین زمین برای تأمین سرمایش در تابستان (قبادیان، ۱۳۹۳).
- تصویر ۱ جزئیات ساختمان را در دسترس قرار می‌دهد. با توجه به آن می‌توانید تمامی المان‌های مرتبط به کالبد بنا را مشاهده کنید.



تصویر ۱ - مقطع ساختمان پارلمان آلمان (مأخذ: قبادیان، ۱۳۹۳)

استراتژی انرژی در ساختمان، به صورت فعال است. در این استراتژی، روغن‌های گیاهی (زیست‌سوخت) تجدیدپذیر که داخل یک مولد کمکی سوزانده می‌شود، برای تولید الکتریسیته به کار می‌رود. این سوخت، بسیار پاک‌تر از سوخت‌های فسیلی است؛ در نتیجه این فرایند، تولید دی‌اکسید کربن ۹۴ درصد کاهش می‌یابد. به طور کلی، رایشتاگ از شبکه خدماتی شهر جداست، البته به جز یک مورد و آن مربوط به زمانی است که دستگاه‌های تأمین انرژی دچار نقص فنی شوند. در این حالت، سیستم پیش‌بینی شده برای موارد اضطراری که از شبکه نیروی شهر استفاده می‌کند، به کار می‌افتد. در این سیستم، تولید انرژی هیچ دستگاه مولد نیرویی هرگز بیکار نمی‌ماند. این سیستم چنان کارآمد است، که حتی زمانی که انرژی مورد نیاز خود ساختمان‌های اطراف را تولید کرد، باز هم به تولید انرژی بیش‌تر ادامه می‌دهد. این انرژی مازاد به شبکه کشوری می‌پیوندد. به طور کلی تمهیدات اقلیمی این نیاز را به صورت زیر می‌توانیم بیان کنیم:

۱. استفاده از پوشش گیاهی برای خنک کردن محوطه
۲. استفاده از گیاهان در کنار ساختمان
۳. افزایش میزان برودت در محوطه با کمک تبخیر
۴. استفاده از گنبد شیشه‌ای برای جذب انرژی خورشیدی
۵. استفاده از کانال‌های عمودی هوا به صورت مکانیکی برای استفاده‌ی مجدد از حرارت بنا
۶. دقت در جزئیات اجرایی ساختمان برای کم کردن نفوذ هوا از خارج به داخل
۷. استفاده از دریچه‌های تهویه‌ی هوا که با رایانه کنترل می‌شوند
۸. استفاده از گیاهان برای بهره‌گیری بیش‌تر از نسیم تابستان
۹. ایجاد فضای عمودی برای تهویه‌ی هوا
۱۰. استفاده از هواکش‌های سقفی تهویه‌ی عمودی هوا (بابا باشی، ۱۳۹۴).

## ۲-۶- مرکز فرهنگی ژان ماری تیجیبائو

مرکز فرهنگی ژان ماری تیجیبائو، در نومئا در کالدونیای نو، توسط رنزو پیانو در سال ۱۹۹۱ طراحی شد و در سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۸ ساخته شد. طرح ساختمان مرکز فرهنگی تیجیبائو، در منطقه‌ای به مساحت ۸۵۵۰ متر مربع از منطقه قدیمی گسترده شده تا ارتباطی میان مناظر طبیعی و ساختارهای بناشده در سنت کاناک (فرهنگ بومی کالدونیای نو) برقرار کند. مردم مدت‌ها از مناظر و چشم‌اندازهای طبیعی و زیستگاه‌های واقع در کوه‌ها و دره‌ها دور شده بودند و هر طرح پیشنهادی برای مرکز هنری می‌بایست در راستای بازگشت به آن چشم‌اندازها و زیستگاه‌ها باشد. بنابراین، هدف طراحی همان‌گونه که رنزو پیانو گفت "ساختمانی بی‌نظیر، برای آفرینش یک نماد بود؛ یک مرکز فرهنگی، که به تمدن کاناک اختصاص داده شود؛ جایی که این تمدن به خارجی‌ها عرضه شود و در یاد آنان ماندگار گردد و به نسل‌های بعدی انتقال یابد" (صفحه علمی نخبگان جوان، ۱۳۹۲).

## ۲-۶-۱- ویژگی‌ها

حجم این ساختمان‌ها مانند کلبه‌های کوچک بروز درآمده است، به‌طوری که یادآور فرهنگ بومی کاناک‌ها و کلبه‌هایشان است. در اطراف هر کدام از این واحدها، دو ردیف عمودی رگه چوبی قرار دارد؛ ردیف درونی وزن سقف را تحمل می‌کند و به سمت بالا بلند شده و تا بیرون از سقف هم امتداد پیدا می‌کند. ردیف بیرونی با انحنایی به سمت بالا رفته و اندازه آن با توجه به قطر واحدها متفاوت است. ردیف بیرونی، همچنین ارتفاع بیشتری از ردیف درونی دارد. شکل این رگه‌های چوبی شش‌ضلعی است که رو به بالا کم‌کم باریک‌تر می‌شوند. این ۱۰ ساختمان برای تاب آوردن در برابر توفان‌های فصلی، به‌وسیله سرپوشی از جنس فولاد بر روی رگه‌های چوبی، با پیچ و مهره به پی متصل شده‌اند. پنجره‌های ثابت و کرکره‌ای که بر روی صفحات چوبی سوراخ‌دار قرار دارند، هوا را به درون ساختمان می‌آورند و آن را تنظیم می‌کنند (احمدی شلمانی، ۱۳۸۹). تهویه از طریق وارد کردن جریان هوای خنک در بخش فوقانی بنا انجام می‌پذیرد. صندوقچه‌ها طوری طراحی شده‌اند که بادهایی را که تقریباً همیشه از یک جهت می‌وزند، دریافت کنند و پیوسته دمای داخلی را کاهش دهند تا هوای گرم مدام تخلیه شود. بدیهی است که این سازه‌ها طوری طراحی شده‌اند که در برابر هر رخداد اقلیمی، به‌ویژه توفان‌های گرمسیری تاب بیاورند. سازه این ساختمان‌ها دولایه است و فضای خالی میان دو جداره، ابزاری ارزشمند، برای خنک کردن و تهویه فضای درونی محسوب می‌شود. استفاده از دیواره‌ی چوبی لایه‌لایه در بدنه خارجی ساختمان در مسیر غالب و به‌صورت قوسی نیز باعث کنترل باد غالب می‌شود. مصالح به‌کاررفته در این ساختمان، شامل چوب لایه‌لایه ایروکو و چوب طبیعی، بتن، مرجان (بسد)، قالب‌های آلومینیومی، پانل‌های شیشه‌ای، پوست درخت و فولاد ضدزنگ است. سازه‌ها، شیارها یا میله‌های محذب بزرگی دارند که از تخته‌های باریک چوب و اتصالات فولاد ساخته شده‌اند و به‌عنوان وسیله کنترل آب و هوا عمل می‌کنند. شیارهای بیرونی مجموعه‌ای از تخته‌های باریک است که به شیارهای عمودی مستقیمی متصل شده‌اند و با یکدیگر بخشی از ساختار را تشکیل می‌دهند. میله‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که به نظر می‌رسد تکه‌ها به هم بافته شده‌اند. سقف از صفحات آلومینیوم چین‌خورده ساخته شده و سامانه سقف مضاعف دارد که به سایه‌اندازی کمک

می‌کند. بخش زیرین دیوار با قوس میله‌ها شکل می‌گیرد و دارای بادگیرهای خاصی، به نام لوور یا ناکوز است. باز و بسته شدن ناکوزها به‌طور خودکار و پشت‌سرهم به وسیله کامپیوتر کنترل می‌شود و از اصول سرعت باد پیروی می‌کند. سامانه سقف مضاعف به هوا اجازه گذر از میان سقف را می‌دهد. در طول فصل‌هایی که باد موسمی می‌وزد، کلبه‌ها زیر وزش بادهای بسیار شدید هستند و انحنای مرکب یا دوتایی کلبه در برابر باد ایستادگی می‌کند و ناکوزها این کار را با گذر دادن هوا به‌طور مستقیم از میان سازه‌ها تسهیل می‌کنند (احمدی شلمانی، ۱۳۸۹).

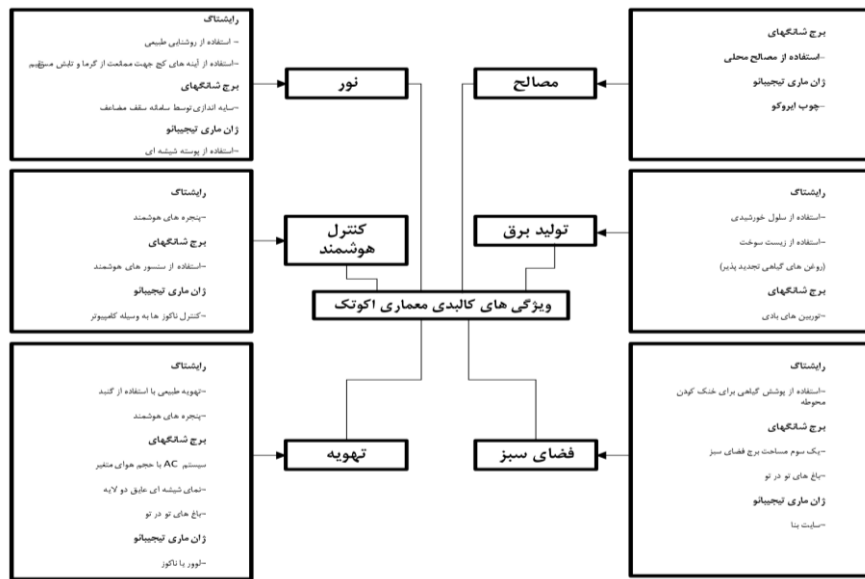
### ۶-۳- برج شانگهای

با ادغام طراحی و فناوری، برج شانگهای به درک جدیدی از ساختمان‌های فوق‌بلند دست یافته است. تیم طراحی شرکت گنسلر پیش‌بینی کرد، که سه مفهوم طراحی مهم می‌توانند بارهای بادی در سطح طوفان‌های مرسوم شانگهای را کاهش دهند: عدم تقارن نمای برج، شکل مخروطی آن و گوشه‌های پیوسته گرد (xia, ۲۰۱۰). این برج، آینده‌نگرانه‌ترین در میان سه برج است که نمایانگر گذشته، حال و آینده شانگهای هستند. برج جدید از سنت پارک‌ها و محله‌های شانگهای الهام گرفته است. نمای منحنی و فرم مارپیچی آن نماد ظهور پویای چین مدرن است (gensler publications, ۲۰۱۰). طراحی نمای شیشه‌ای پیچشی برج، برای کاهش ۲۴ درصدی بارهای باد بر روی ساختمان در نظر گرفته شده است. این امر میزان مصالح ساختمانی مورد نیاز را کاهش داد. برج شانگهای، ۲۵ درصد از فولاد ساختاری کمتری نسبت به طرح معمولی با ارتفاع مشابه استفاده کرده است. در نتیجه، سازندگان ساختمان حدود ۵۸ میلیون دلار در هزینه‌های مصالح صرفه‌جویی کردند. توربین‌های بادی محور عمودی در نزدیکی بالای برج نصب شده‌اند، تا سالانه تا ۳۵۰۰۰۰ کیلووات ساعت برق تولید کنند. نمای شیشه‌ای عایق دولایه، برای کاهش نیاز به تهویه مطبوع داخلی طراحی شده است و از یک شیشه تقویت‌شده پیشرفته با تحمل بالا برای تغییر دما تشکیل شده است. سیستم‌های گرمایش و سرمایش ساختمان، از منابع انرژی زمین‌گرمایی استفاده می‌کنند. علاوه بر این، باغ‌های تو در تو در داخل نمای ساختمان، یک منطقه حائل حرارتی ایجاد کرده و کیفیت هوای داخلی را بهبود می‌بخشند. شیوه‌های ساخت و ساز برای پایداری بهینه شده‌اند. نمای شیشه‌ای چرخشی برج، باعث کاهش بار باد بر روی ساختمان می‌شود. علاوه بر این، جان‌پناه مارپیچ ساختمان، آب باران را جمع‌آوری می‌کند، که برای سیستم‌های HVAC استفاده می‌شود. همچنین، یک سوم مساحت برج به عنوان فضای سبز در نظر گرفته شده است که امکان استفاده از یک سیستم سه‌گانه را فراهم می‌کند که از یک موتور حرارتی برای تولید همزمان برق، سرمایش و گرمایش استفاده می‌کند. سطح برج شانگهای، از دو لایه شیشه تشکیل شده است. شیشه بیرونی، کاملاً لمینت شده است تا در عین کاهش گرما، نور طبیعی را تا حد ممکن وارد کند. بنابراین، نمای دو پوسته هزینه سرمایش برج شانگهای را نیز کاهش می‌دهد. نور طبیعی مصرف برق ساختمان را کاهش می‌دهد و در عین حال سلامت روحی ساکنان آن را بهبود می‌بخشد. برج شانگهای، دارای سیستم A/C، با حجم هوای متغیر است. این سیستم، بر اساس خوانش‌هایی که از سنسورها دریافت می‌کند، خود را تنظیم می‌کند. برج شانگهای، دارای بیش از ۲۰۰ توربین بادی نصب شده بر روی سقف است. در ارتفاع ۱۹۰۰ فوتی، باد کافی برای تولید برق وجود دارد. این توربین‌ها سالانه بیش از ۱ گیگاوات ساعت برق تولید می‌کنند که چراغ‌ها را روشن نگه می‌دارد و به دیگر بخش‌های غیرضروری ساختمان برای تکمیل برق مبتنی بر شبکه خدمت‌رسانی می‌کند. مخازن ذخیره آب در برج شانگهای، به دقت برای بهبود فشار آب و کاهش هزینه‌های پمپاژ قرار داده شده‌اند. شیرها به‌طور خودکار، فشار و دمای آب را در سیستم لوله‌کشی که چندین مایل طول دارد، تنظیم می‌کنند. افراد در ساختمان، بدون توجه به اینکه کجا هستند، فشار و دمای آب خوبی دریافت می‌کنند. در بالای برج شانگهای، یک منطقه برداشت آب باران قرار دارد. آب باران ذخیره‌شده، فضای سبز ساختمان را آبیاری می‌کند و همچنین به منطقه شستشوی زیرزمینی می‌رود. این ساختمان، علاوه بر برداشت آب، آب را برای آبیاری و استفاده در توالت‌ها از هتل‌ها پس می‌گیرد. با این حال، بازیافت و برداشت آب کافی نیست. تمام شیرآلات و سرویس‌های بهداشتی نصب‌شده در ساختمان با فناوری هوشمند کارآمد، در مصرف آب صرفه‌جویی می‌کنند (حاجی حسن، ۱۴۰۲).

### ۷- نتیجه گیری

این مقاله، به بررسی معماری اکوتک از منظر ویژگی‌های کالبدی پرداخته است. معماری اکوتک رویکردی است که تلاش می‌کند با ترکیب اکولوژی و تکنولوژی، سازه‌هایی را ایجاد کند که همسو با محیط زیست و بهره‌مند از فناوری‌های پیشرفته باشند. در این پژوهش، سه بنای برجسته یعنی ساختمان پارلمان آلمان، مرکز فرهنگی ژان ماری جیبائو و برج شانگهای، به‌عنوان نمونه‌های مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفتند تا نحوه به‌کارگیری اصول اکوتک در معماری مشخص شود. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که معماری اکوتک، توانسته است طبیعت و تکنولوژی را در یک مسیر همسو قرار دهد و از چالش‌های حفظ اکوسیستم،

به‌طور مؤثری عبور کند. همچنین، با تحلیل نمونه‌های منتخب و شناسایی میزان برجسته بودن شاخص‌های این سبک، نمودار شماره ۲ به‌دست آمده که عناصر و ویژگی‌های کالبدی معماری اکوتک را تبیین می‌کند.



نمودار ۲ - نمودار مولفه های کالبدی معماری اکوتک

این نمونه موردی‌ها، نشان دادند که چگونه اصول معماری اکوتک، مانند استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، بهینه‌سازی مصرف انرژی، و ترکیب سیستم‌های هوشمند با محیط طبیعی، می‌تواند در طراحی‌های متفاوت به کار گرفته شود. پژوهش نشان داد، که معماری اکوتک می‌تواند نیازهای انسانی و اکولوژیکی را به‌طور همزمان برآورده کند و به خلق فضاهایی کارآمد، پایدار و زیست‌محور منجر شود. در نهایت، با تبیین ویژگی‌های مشترک نمونه‌های مورد بررسی، شش مؤلفه کالبدی به‌عنوان عناصر کلیدی معماری اکوتک شناسایی شد. این مؤلفه‌ها همسو با اهداف این سبک معماری بوده، و نشان می‌دهند که چگونه معماری اکوتک می‌تواند به شکل مؤثری اصول پایداری و زیست‌محوری را در طراحی‌های کالبدی خود جای دهد. نتیجه‌گیری این پژوهش حاکی از آن است که معماری اکوتک به‌عنوان الگویی مؤثر، ظرفیت ایجاد فضاهای پایدار و کارآمد را دارد و می‌تواند به خلق ساختمان‌هایی همسو با محیط زیست و فناوری‌های نوین در آینده کمک کند.

## منابع

۱. احمدی، محمدحسین. (۱۳۸۹). «معماری معاصر جهان معرفی هفت معمار». پژوهشگران نشر دانشگاهی. چاپ سوم.
۲. آریانپور، محمد باقر، محسن کاملی. (۱۳۹۲). «معماری، اکوتک نمادی از معماری پایدار». اولین کنفرانس ملی معماری و فضاهای شهری پایدار. مشهد مقدس.
۳. بابا باشی، حامد. (۱۳۹۴). ماهنامه دنیای پردازش. سال هشتم. شماره ۱۱.
۴. حاجی حسن، سیما. (۱۴۰۲). «بهره‌گیری از انرژی‌های نو در طراحی پایدار همگام با معماری اکوتک با نگاهی به برج شانگهای». فصلنامه معماری سبز. سال نهم، شماره ۲ (پیاپی: ۳۳).
۵. حامی سوقه، میر محمد، فرزانه اسدی ملک جهان. (۱۳۹۰). «شناخت پارامترهای مهم در معماری اکوتک». اولین کنفرانس ملی عمران، معماری و فناوری اطلاعات در زندگی شهری. مشهد.
۶. قبادیان، وحید. (۱۳۹۳). «مبانی و مفاهیم در معماری معاصر غرب». نشر دفتر پژوهش‌های فرهنگی. تهران.
۷. قبادیان، وحید. (۱۴۰۰). «سبک‌شناسی و مبانی نظری در معماری معاصر ایران». نشر کتاب فکر نو. تهران.
۸. گلابچی، محمود. (۱۳۹۱). «تعامل تکنولوژی و معماری: بررسی و نقد آثار نورمن فاستر». نشر دانشگاه تهران. تهران.
۹. محمودی نژاد، هادی. (۱۳۹۸). «طبیعت و تکنولوژی در معماری اکوتک». نشر طحان. تهران.
۱۰. مژدگانی، اعظم السادات، رضا افهمی. (۱۳۹۵). «برنامه‌ریزی طراحی ساختمان‌های اکوتک». دومین همایش بین‌المللی معماری عمران و شهرسازی در آغاز هزاره سوم. تهران.
11. Gensler Design Update.(2010). Gensler Publications.
12. XiaJun. Dennis Poon ,Douglas Mass. (2010). Case Study: Shanghai Tower. Council on Tall Buildings and Urban Habitat Research Paper.