



معماری سبز: فرم، فضا و انرژی

کاربرد عناصر مولد انرژی (پانل‌های خورشیدی و توربین باد) در شکل‌گیری معماری سبز

۱. مقدمه

تلفیق معماری با طبیعت و گیاهان یک ایده جدید نیست؛ طراحی فضاهای سبز از زمان توجه انسان‌ها به معماری شروع شد. ساخت محل زندگی شامل استفاده از مناطقی با طراحی باغ به‌عنوان یک روش هنری از دیرباز مورد توجه انسان‌ها بوده است. به‌عنوان مثال ساخت دیوارهای شیب دار در حدود ۲۱۰۰ سال قبل از میلاد که با درختان و بوته‌های گل پوشیده شده بودند، باغ‌های معلق بابل که شامل ستون‌های باغ مانند و کلبه‌های پوشیده شده از درخت بودند و ... همه و همه نشان از توجه عمیق انسان دیروز به معماری سبز دارد. (شفیعی، ۱۳۸۸).

فرآیند سبز در معماری فرآیندی کهن می‌باشد، برای مثال از هنگامی که انسان‌های غارنشین برای نخستین بار پی به این مساله بردند که انتخاب گاری رو به جنوب از لحاظ دمای محیط بسیار مناسب‌تر از گاری می‌باشد که دهانه آن به سمت شمال است. موضوع جدید، درک این مهم است که معماری سبز برای محیط‌های مصنوع و انسان آفرینش بهترین فرآیند برای طراحی ساختمان‌هاست؛ به‌گونه‌ای که تمام منابع وارده به ساختمان، مصالح آن، سوخت یا اشیا مورد استفاده ساکنان، نیازمند پدید آوردن یک معماری پایدار هستند. بسیاری از ساختمان‌های موجود حداقل یکی از ویژگی‌های متعدد و قابل تشخیص معماری سبز را درون خویش دارند، با این حال، تنها تعداد اندکی از این بناها کل این فرآیند کامل را دارا می‌باشند. (چنانی، ۱۳۹۰)

۲- تعریف معماری سبز

اداره محیط‌زیست آمریکا، ساختمان سبز را این‌گونه تعریف می‌کند: «فرآیندی در جهت افزایش کیفیت ساختمان که در آن، ساختمان‌ها و مکان قرارگیری آن‌ها از آب، انرژی و مصالح استفاده

حامد کامل‌نیا/استادیار دانشکده معماری و شهرسازی و هنر اسلامی دانشگاه فردوسی مشهد-ایران/ir/kamelnia@um.ac.ir

بررسی و ارزیابی معماری سبز در محیط‌زیست، طیفی گسترده از مفهوم عملکردی معماری را در بر گرفته است، بر این اساس بازبینی و پرداختن به اصول معماری سبز، از اساسی‌ترین رویکردهای پژوهشی و علمی در زمینه معماری می‌باشد. امروزه توجه به اصول و مبانی معماری سبز در جنبه‌های مختلف محیط‌زیست از اهمیت شایسته‌ای برخوردار است. در واقع، ضرورت پرداختن به مفهوم سبز در معماری از آن جهت دارای اهمیت است که این مفهوم در حوزه معماری و محیط‌زیست به‌صورت اصول و مبانی مشخص، در ایران تکوین نشده است. در حال حاضر معماری سبز نزدیک‌ترین تداخل حوزه عملکردی را با اصول مربوط به پایداری، در حوزه زیست‌محیطی و معماری را به خود اختصاص داده است. امروزه استفاده از عناصر مولد انرژی مانند توربین‌های باد و پانل‌های خورشیدی نه تنها به‌عنوان نیاز در صرفه‌جویی انرژی‌های فسیلی، بلکه به‌عنوان عناصر زیبایی‌شناختی در فرم بیرونی معماری نیز به‌کار گرفته می‌شود. یک ساختمان سبز، علاوه بر بهره‌وری انرژی به چگونگی شکل‌گیری فرم و فضای معماری با عناصر مولد انرژی نیز توجه دارد.

- ساختمان‌ها به گونه‌ای باید جایگزین شوند که از گیاهان موجود بهره‌برداری حداکثر صورت گیرد.
- استقرار ساختمان‌ها روی سایت شامل دسترسی‌ها و مسیرهای تدارک دیده شده سودمند.
- جهت‌یابی ساختمان‌ها با توجه به خورشید و محیط اطراف.
- چیدمان همگام با طبیعت اتاق‌های داخلی و درها و پنجره‌ها، ابعاد و وجوه ساختمان‌ها و اجزا تشکیل دهنده محیطی.
- رنگ، نما، تزیینات ساختمان هماهنگ با محیط.
- ساختن خانه‌ها و اماکن تجاری با انرژی موثر بیشتر، افزایش آسایش، قابلیت زندگی و بهره‌وری، بهبود دوام، کیفیت و قابلیت نگهداری.
- ثبات وضعیت محیط داخلی.
- انتخاب زمینه مصالح ساختمانی سبز جهت ایفای نقش افراد برای کمک به حفاظت محیط‌زیست.
- استفاده از پانل‌های خورشیدی همراه با تانک ذخیره‌سازی انرژی.
- استفاده از پنجره در سراسر ساختمان.
- پیدا کردن راه‌هایی برای استفاده از عناصر بومی هر منطقه برای در تعادل نگهداشتن ساختمان با محیط‌زیست و ساختن یک ساختمان هم‌ساز با اقلیم و ...

۳- معماری سبز و صرفه‌جویی در مصرف انرژی

اساس هر معماری سبز استفاده کارآمد از انرژی‌ها مانند انرژی باد، انرژی خورشید، زمین گرمایی و... است. این مهم به گونه‌ای است که برخی از نمونه‌های معماری سبز در سال‌های اخیر موفق شده‌اند تا نزدیک به ۱۰۰٪ انرژی‌های مورد نیاز خود را از این روش‌ها تولید کنند. ساختمان‌های انرژی صفر (Zero Energy) امروزه جایگاه خاص خود را در میان منتقدان معماری پیدا کرده‌اند و معماری سبز از حالت‌های نامناسب و تصنعی تلفیق عناصر الحاقی مانند پانل‌های خورشیدی به نما یا روی سقف، و یا قراردادن توربین باد روی ساختمان سعی دارد در ساختار کالبدی خود این عناصر را جای دهد.



طراحی مونیخ - تلفیق ویژگی‌های معماری سبز با عناصر مولد انرژی

۳-۱- پانل‌های خورشیدی در معماری: بهره‌وری انرژی و زیبایی‌شناسی در فرم
نمونه‌های متعددی از تلفیق پانل‌های خورشیدی در معماری

نموده و تاثیرات منفی ساختمان را روی سلامت انسان و محیط، از طریق مکان‌یابی بهتر، طراحی، ساخت، اجرا و نگهداری چرخه زندگی کامل یک ساختمان کاهش دهد». بنابراین ساختمان سبز، نه تنها به محیط‌زیست آسیب نمی‌رساند، بلکه به گونه‌ای مثبتی در اکوسیستم مشارکت می‌نماید و حتی ممکن است به درمان اثرات ناشی از منظره‌ای آسیب‌رسان کمک نماید (دباغیان، ۱۳۸۸). تعریف ساختمان سبز عبارتست از:

«ساختمان سبز منجر به افزایش کارآمدی ساختمان‌ها با استفاده از انرژی محیط‌شان، آب، هوا و مصالح و کاهش تاثیر ساختمان‌ها بر سلامتی انسان و محیط با ایجاد موقعیت بهتر در طراحی، ساخت، عملکرد، حفاظت و نگهداری در چرخه کامل ساختمان می‌شود».

(نساج، ۱۳۸۷).



طراحی نمای یک دبیرستان با استفاده از ۶۵۰ پانل خورشیدی که در مجموع ۷۵٪ نیاز انرژی بنا را تامین می‌کند.

جعفری و مهدی‌نژاد (۱۳۸۸)، معتقدند طراحی سبز باید از ۳ اصل تبعیت کند: صرفه‌جویی در منابع، طراحی برای بازگشت به چرخه زندگی و طراحی برای انسان. موسوی‌نژاد (۱۳۸۹)، معماری سبز را دارای مزایایی می‌داند مانند: برآوردن احتیاجات ساکنان، تامین سلامتی، رضایت و خشنودی، بهره‌وری و نشاط ساکنان، بهره‌گیری سنجیده از راهکارهای تایید شده معماری پایدار، ساخت‌وساز با مواد غیر مسموم‌کننده، استفاده موثر از مصالح به‌دست آمده از مواد طبیعی پایدار، اتکا و وابستگی به خورشید برای نور روز و کمک به تقویت روحیه و بازدهی افراد با وجود گیاهان.



طراحی پاریس خورشیدی در بارسلونای اسپانیا تلفیق انرژی و فرم معماری شفیعی (۱۳۸۸) راهکارهای اجرایی برای معماری سبز را شامل مواردی می‌داند:

- مرمت ساختمان‌های قدیمی، زیرا مرمت ساختمان‌های موجود زیست شناسانه‌ترین ساخت‌وساز است.



نمونه‌هایی از تلفیق فرم معماری سبز با توربین‌های بادی



میدان شهر مصدر با الهام از گل‌های آفتاب‌گردان و استفاده از پانل‌های خورشیدی

۴- کاربرد معماری سبز در طراحی ساختمان‌های بلند مرتبه

خطری که از جانب آسمان‌خراش‌ها محیط‌زیست را تهدید می‌کند، به مراتب خطرناک‌تر از آلودگی هواست. آن‌ها برای جلوگیری از این معضل معماری سبز را پیشنهاد می‌کنند. کمبود جا و انفجار رشد جمعیت از مشکلاتی است که به‌عنوان تهدیدی جدی برای محیط‌زیست محسوب می‌شود. آسمان‌خراش و سایر ابرسازه‌هایی که به‌منظور ایجاد توازن بین رشد جمعیت و فضای مورد نیاز ساخته می‌شوند، در مراحل ساخت و پس از آن در زندگی روزمره، مقدار قابل توجهی انرژی مصرف کرده و باعث آلودگی محیط‌زیست و سرریز فاضلاب‌ها شده و در مجموع ساکنان خود را از نور و هوای طبیعی محروم می‌کنند. با این وجود بسیاری از معماران، مهندسان و طراحان معتقدند ساختمان شهرهای بزرگ و متراکم در شرایطی که درست طراحی و ساخته شوند، می‌توانند معرف پیشرفت "پایدار" و "سبز" در معماری بوده و با این اعتقاد می‌توان عوامل نامطلوب موثر بر محیط را با حفظ سلامت و رفاه ساکنان، خودبه‌خود به حداقل رساند. طراحان و صاحب نظران برای دستیابی به نسل جدید آسمان‌خراش‌ها که بتوانند در هر دو جنبه، تامین راحتی ساکنان و مطابقت با محیط‌زیست، مناسب باشد، به تکنولوژی پیشرفته‌ای مانند سلول‌های قدرتمند خورشیدی و توربین‌های بادی پیشرفته روی آوردند (جعفری، مهدی‌نژاد، ۸۸۳۱).

کنیانگاز مشهورترین معماران و نظریه‌پردازانی است که سعی در به‌کارگیری اصول معماری پایدار و معماری سبز در ساختمان‌های بلند مرتبه نموده است، هر چند تعداد اندکی از طرح‌های وی اجرا شده است اما اندیشه‌ها و آرا او افق‌های جدیدی را برای طراحان ساختمان‌های بلند گشوده است: (گلابچی، ۱۳۹۲، ۴۲۴)

- جهت‌گیری ساختمان: توجه به شرایط سایت و شرایط اقلیمی.
- ارتباط با خیابان: ارتباط با محیط بخشی از اصول معماری سبز را تشکیل می‌دهد و از آنجا که بیش‌ترین میزان ارتباط با فضای خارج در سطح هم‌کف ساختمان رخ می‌دهد، این تراز و نحوه ارتباط ساختمان با سایت بسیار مهم تلقی می‌شود.
- فضاهای عبوری: (فضاهای بینابین)، این فضاها نباید کاملاً بسته باشند اما باید امکان کنترل شرایط محیطی آن‌ها وجود داشته باشد.
- سامان‌دهی پلان: به عقیده یانگ، پلان نباید نه تنها از ویژگی‌های اقتصادی و یا فنی متأثر باشد، بلکه باید در طراحی پلان به نحوه استفاده مردم از آن فضاها توجه شود و پلان با توجه به نحوه

وجود دارد. از مطرح‌ترین این نمونه‌ها شهر مصدر است. آنچه نظر تیم بازدیدکننده از شهر مصدر را بیش از پیش به خود جلب کرد، استفاده از انرژی خورشیدی با انواع تکنولوژی‌های موجود بود. از پنل‌های خورشیدی نصب شده روی بام فضاها گرفته تا نمای دو پوسته با مصالح فتوولتاییک.

بخش اعظم انرژی الکتریکی در شهر مصدر طبق طرح موجود از مزارع فتوولتاییک و بخش دیگر از پنل‌های فتوولتاییک نصب شده بر بام ساختمان‌ها و نیز نماها تامین می‌گردد. استفاده از پنل‌های خورشیدی در سقف‌ها باعث شده که از تابش مستقیم خورشید به سطح بام جلوگیری شود و همچنین به ایجاد سایه‌ی مضاعف در خیابان‌ها و مناطق عمومی کمک می‌کند. سرمایه‌ی خورشیدی، منبع مهمی برای تامین سرمایه‌ی شهر مصدر محسوب می‌شود. طبق بررسی‌ها از انرژی تولید شده به‌وسیله کلکتورهای حرارتی خورشیدی برای تولید آب سرد یا رطوبت‌زدایی هوا نیز استفاده می‌گردد. این تکنولوژی مصرف انرژی الکتریکی را برای یک سیستم تهویه مطبوع کاهش می‌دهد. طبق مطالعات حدود ۳۰ درصد انرژی مورد نیاز این مجموعه دانشگاهی از طریق صفحات خورشیدی تعبیه شده روی سقف‌ها تولید می‌شود که در مجموع، ۷۵ درصد آب گرم مصرفی را نیز تامین خواهد کرد. در طراحی میدان شهر مصدر در ابوظبی، از گل‌های آفتاب‌گردان الهام گرفته شده است. در این شهر جدید یک مزرعه خورشیدی ۱۰ مگاواتی طراحی شده که با بیش از ۸۰۰۰۰ پنل خورشیدی سالانه ۱۷۵۰۰ مگاوات-ساعت انرژی تولید می‌کند (کامل‌نیا، ۱۳۹۳).

۳-۲- توربین‌های بادی و ساختمان‌های بلندمرتبه سبز

استفاده از توربین‌های باد به‌ویژه در ساختمان‌های بلند با تلفیق فرم‌های معماری بدیع رو به پیشرفت است. در طراحی ساختمان‌های بلند به‌دلیل برخورداری از ارتفاع زیاد و امکان قرارگیری برج باد در بالای بنا امکان استفاده بهینه از انرژی باد برای تولید برق وجود دارد.

در سال‌های اخیر نمونه‌های زیادی از برج‌های اداری-مسکونی ساخته و با طراحی شده‌اند که از توربین‌های باد برای تامین برق مصرفی خود بهره گرفته‌اند. مرکز تجاری بحرین از ۳ توربین باد برای تامین برق خود استفاده کرده و برج التقا تمامی انرژی الکتریکی خود را به واسطه انرژی خورشید و باد تامین می‌کند.

جریان زندگی در فضا طراحی شود.

- جانمایی هسته‌های خدماتی: از آنجا که جانمایی هسته خدماتی بر قیمت تاسیسات و یا شکل سازه و در نحوه شکل‌گیری معماری ساختمان، دیدها و سیرکولاسیون ساختمان موثر است از این‌رو پیشنهاد کن یانگ، بر این است که این هسته‌ها در دو پوسته جانبی (شرق و غرب) که شرایط اقلیمی مناسبی ندارند جانمایی شود.

- دیوارها به‌عنوان غشاهای فعال محیطی: یانگ به پوسته ساختمان به‌عنوان غشاهایی که امکان تغییر و تطابق ساختمان را با فضا و شرایط خارج فراهم می‌کنند می‌نگرد و عقیده دارد این جداره‌ها از مهم‌ترین اجزای ساختمان در تعیین نحوه ارتباط ساختمان با

خارج هستند.

- بازشوها: مسیرهای ارتباطی متغیر داخل و خارج باید قابلیت تطبیق ساختمان با شرایط محیطی را افزایش دهند و آن را کنترل کنند.

- طراحی سایبان‌های مناسب: کمک به تنظیم نور و به تبع آن گرمای حاصل از تابش خورشید.

- تراس‌ها یا فضاهای نیمه‌باز: این فضاها را می‌توان امکانی برای محافظت ساختمان از تابش، بارش و ... و در عین حال کمکی

به جریان تهویه و همین‌طور ایجاد فضاهای قابل زیست دانست.

- عایق‌بندی و ذخیره انرژی: کاهش مصرف سوخت و کم شدن آلودگی محیط‌زیست. که از اهداف معماری سبز است.

برخی از مطرح‌ترین ساختمان‌های سبز بلند مرتبه دنیا که از انرژی‌های نو در معماری خود استفاده کرده‌اند

نام ساختمان	طراح	مکان	ارتفاع	طبقه	سال	ویژگی‌ها
برج هرست (Hearst Tower)	نورمن فاستر	نیویورک	۱۸۲	۴۴	۲۰۰۶	سبزترین آسمان‌خراش در شهر نیویورک و به شکل مثلث بوده و بلند مرتبه‌ای با رویکرد سبز از لحاظ استانداردهای محیط‌زیست.
مرکز تجارت جهانی بحرین - BWTC (world trade center (Bahrain)	Atkins	منامه - بحرین	۲۴۰	۵۰	۲۰۰۶	ساختمان یادبانی شکل، نظم تکنولوژی‌های سبز و هوشمند را نشان می‌دهد، این برج‌ها از ۳ توربین بادی بزرگ نیرو می‌گیرند، در حالی که شش‌های موجود در سقف، ساختمان را خنک می‌سازد.
برج انرژی دبی یا برج النقا (Energy Tower, Dubai - (Al-Taqa	Eckhard Gerber	دبی - امارات متحده عربی	۳۲۲	۶۸	۲۰۱۲	با استفاده از ترکیب تهویه مطبوع حرارتی، بادی و انرژی خورشید، این برج قادر به تامین صددرصد نیاز الکتریسیته‌ی خود است.
برج مروارید رودخانه	(som) Skidmore, owings & merrill	گوآنجدو - چین	۳۱۰	۷۱	۲۰۰۶ - ۲۰۱۱	این ساختمان جدیدترین ساختمان در دنیا است که دریافت‌کننده‌های اطراف آن از انرژی و سیستم آب خورشیدی استفاده می‌کنند تا برای این ساختمان آب‌گرم مصرفی را فراهم کنند. نماد پویایی آینده چین.

طراحان این برج، بدنه آنرا از پلاتین ساخته‌اند. این برج از آب باران و پنجره‌های وسیع خود برای سرمایش و نور استفاده می‌کند. هم‌چنین از تابش آفتاب بر بدنه این ساختمان برای تولید انرژی بهره‌گیری می‌شود.	۲۰۰۹	۵۵	۲۸۸،۰۳۶	منهتن - نیویورک	گروه معماران کوک فاکس CookFox Architects		برج بانک آمریکا
این ساختمان فرم خود را با الهام از سایت موجود و زمینه‌ی دارای مسیرهای مستقیم محدوده و خطوط کمینه‌گرا به‌دست آورده است. اهداف طراحی ساختمان: استفاده از توربین‌های بادی و استفاده از پانل خورشیدی.	به حالت تعلیق در سال ۲۰۰۹	۶۶	۴۰۰	دبی - امارات متحده عربی	Atkins		برج خانه آفتاب دبی
طرح برج از سایت و منطقه ساخت خود الهام می‌گیرد. این ساختمان با پوشش کاشی‌های شیشه‌ای و توربین‌های مارپیچی شکلش دارای بیان معماری است که آن را تبدیل به نشانه‌ی جدیدی برای شهر لندن می‌کند. یکی از اهداف کلیدی طراحی، فراتر رفتن از اهداف شهرداری برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بود.		۱۴		دالستون لندن	واگ تیستلتون		برج واگ تیستلتون
نخستین آسمان‌خراش مسکونی در شهر شیکاگو با رعایت استانداردهای زیست‌محیطی است. ساکنان این برج اگرچه برای خرید هر واحد از آن باید پول زیادی بپردازند، اما در عوض قبض‌های آب و برق و انرژی آن‌ها رقم پایینی دارد.	۲۰۰۰	-۶۷ ۷۰	۲۵۷	شیکاگو	شرکت معماری شیکاگو Lucien Lagrange		برج پارک شیکاگو
این برج از نظر جذب نیرو و انرژی خورشیدی از هر برج دیگری برتر است. در ساختمان این برج ۷ هزار تابلوی جذب انرژی خورشیدی و ۲۴ توربین بادی در سقف تعبیه شده است. این برج می‌تواند ۱۰ درصد انرژی مصرفی‌اش را خودش تامین کند.				منچستر - انگلیس			برج منچستر انگلیس

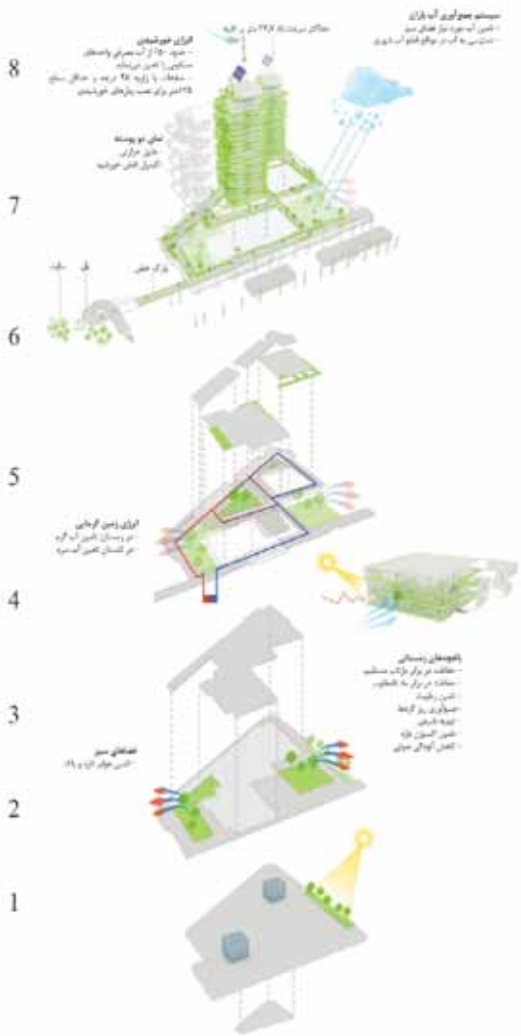
۵- نتیجه گیری

امروزه استفاده از انرژی‌های نو نه فقط به مثابه یک نیاز تکنیکی بلکه به مفهوم تغییر شاخصه‌های زیبایی شناختی در معماری و شهرسازی مورد نظر است. عناصر مولد انرژی مانند پانل‌های خورشیدی و یا توربین‌های بادی به‌عنوان عناصر کارکردی-فرمی و نمادین ساختمان‌های سبز تبدیل شده‌اند. این موضوع هر چند در

کشور ما به دلایل مختلف هنوز در جامعه معماری مورد اقبال نیست اما رفته‌رفته جایگاه خود را در مدارس، معماری و در دنیای حرفه‌ای باز می‌نماید. در سال‌های اخیر علی‌رغم تحلیل‌های اقتصادی که در خصوص استفاده از پانل‌های خورشیدی و توربین‌های بادی در تولید انرژی برق مصرفی برای ساختمان‌ها صورت می‌گیرد، اما استفاده از آن‌ها را به‌عنوان یک ضرورت و نیاز آینده می‌توان قلمداد کرد.

ادامه در صفحه ۱۷ <<

ساختمان‌های سبز از مقیاس‌های کوچک گرفته تا نمونه‌هایی مانند برج التقا در دبی که قادر به تامین تمامی برق مصرفی خود بوده یا شهرهای جدیدی مانند مصدر که از سیستم حمل و نقل برقی گرفته تا مزرعه خورشیدی ۱۰ مگاواتی، همه سعی دارند تا نیاز به تامین انرژی از منابع طبیعی را با کیفیت‌های معماری جدید تلفیق نمایند.



دیاگرام استفاده از انرژی‌ها نو در یک ساختمان بلندمرتبه سبز در مشهد

منابع

[۱] جعفری، امین. مهدی‌نژاد، محمد رضا، (۱۳۸۸). "معماری سبز، راهی به سوی آینده".
 [۲] چنانی، سمیرزگ، (۱۳۹۰). «درآمدی بر معماری پایدار با توجه به رویکرد معماری سبز»، نخستین کنفرانس ملی عمران و توسعه، زیباکنار، ایران.
 [۳] دباغیان، فرنوش، (۱۳۸۸). «بام‌های زنده»، نشریه معماری منظر، شماره ۴۹، تهران.
 [۴] شفیع، علی، (۱۳۸۸). "بررسی اصول و جایگاه معماری سبز در ایران و ارائه راه‌کارهایی جهت توسعه آن"، دومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه‌سازی مصرف انرژی (با رویکرد توسعه پایدار).
 [۵] کامل‌نیا و دیگران (۱۳۹۳)، معماری سبز در شهرهای جدید، همایش ملی ساختمان سبز.
 [۶] گلابچی، محمود و محمدرضا، (۱۳۹۲). "مبانی طراحی ساختمان‌های بلند"، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.
 [۷] موسوی‌نژاد، مریم سادات، (۱۳۸۹). "بررسی ضرورت ترویج معماری سبز همگام با توسعه پایدار در راستای هم‌زیستی انسان با اکولوژی".
 [۸] نساج، مینا، (۱۳۸۷). «بام سبز» مجله معماری و شهرسازی، شماره ۶، تهران.

[9] Yeang, Ken (2007). "Designing The Eco-skyscrapers: Premises For Tall Building Design", The Structural Design Of Tall and Special Buildings 16: URL: <http://www.interscience.wiley.com>.
