ISSN: 2538-2594; Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2018;8(3):195-204

Isfahan Green Dwelling, the Reflection of Energy Use Optimization on Quality of Life

ARTICLE INFO

Article Type
Analytical Review

Authors
Mirmasoumi F.S.[1] *MSc,*
Salavati M.*[1] *BA,*
Ahmadi F.[2] *MSc*

How to cite this article
Mirmasoumi F.S, Salavati M, Ahmadi F. Isfahan Green Dwelling, the Reflection of Energy Use Optimization on Quality of Life.Naqshejahan-Bas-ic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2018;8(3):195-204.

[1]Department of Architecture, Architecture and Urbanism Faculty, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
[2]Department of Architecture & Urbanism, Architecture & Urbanism Faculty, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Correspondence
Address: Department of Architecture, Architecture and Urbanism Faculty, Islamic Azad University of Isfahan (Khorasgan), Daneshgah Boulevard, Arghavanieh, East Jey Street, Isfahan, Iran. Postal Code:8155139998
Phone: +98 (31) 35354001
Fax: +98 (31) 35354060
salavati@yahoo.com

Article History
Received: August 06, 2018
Accepted: October 28, 2018
ePublished: December 20, 2018

ABSTRACT

This study has scrutinized the methods of optimizing the energy consumption in Isfahan dwelling, and how to provide the residents with comfort, well-being and satisfaction through green architecture. Given the excessive consumption of energy in Iran and also Hot and Arid climate of Isfahan, this essay has aimed at preservation of energy resources for future generations and boosting the quality of life for the dwellers by means of green architecture. This article, by revealing the notion of comfort, has confirmed that the ecological architecture would minimize the required energy through maximum use of natural desired conditions alongside protecting buildings from unfavorable climatic factors and would provide a part of energy within the natural way. As a result, comfort would be offered in the areas, in a more pleasant way. With the green architecture approach, studies on the historical houses in Isfahan indicate the desirability of life quality in these buildings through improving comfort by means of optimizing energy use. Nowadays, the urgency of developing sustainable behavior, including the management of energy resources, is evident. Considering the prominence of the users' behaviors in achieving sustainable architecture goals, this paper, by putting basis to Maslow pyramid, has suggested two strategies, "training" and "resource management", so as to promote sustainable behaviors. This research has been based on applied research methods, citing library studies and electronic resources. In the end, it has argued about how to select eco-friendly materials and has proposed utilizing recycled materials and reusing of waste in favor of green design.

Keywords Optimization of Energy Consumption; Comfort; Health; Housing; Green architecture

CITATION LINKS

[1] Rough guide to sustainability: A design primer [2] Designig heat capacitor wall with indissoluble garbage [3] Principles of social sustainability in residential complexes, from the perspective of Iranian experts [4] Creating architectural theory: The role of the behavioral sciences in environmental design [5] The role of environmental psychology in high-rise buildings based on sustainable architecture attitude [6] Section 19: Savings in energy consumption [7] The study of sustainable architecture in desert cities [8] Environmental psychology and sustainability in high-rise structures [9] A research on the concepts and experiences of sustainable architecture [10] Sustainable urban design within desert-fringe cities [11] Traditional solutions in low energy buildings of hot-arid regions of Iran [12] Designing of green residential complex in Esfahan [13] Utilization of Earth Mass in World Vernacular Architecture: As a Technique of Passive Cooling in the Buildings [14] Environmental psychology: New knowledge in the service of architecture and urban [15] Health effects of viewing landscapes - landscape types in environmental psychology [16] Construction materials and building [17] Selection of the best management method for construction and demolition waste disposal in Tehran with the view of sustainable development based on analytical hierarchy process (AHP) [18] Deliberation on domestic rural building's materials

Copyright© 2018, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

مسکن سبز اصفهان، انعکاس بهینه‌سازی مصرف انرژی بر کیفیت زندگی

فروغ‌السادات میرمعصومی MSc
گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
مرتضی صلواتی* BA
گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
فرهاد احمدی MSc
گروه معماری و شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده
پژوهش حاضر به بررسی چگونگی بهینه‌سازی مصرف انرژی در مسکن اصفهان و چگونگی تامین آسایش، سلامت و رضایت‌مندی برای ساکنان از طریق معماری سبز پرداخته است. با توجه به مصرف زیاد انرژی در ایران و با توجه به اقلیم گرم و خشک اصفهان، هدف از این پژوهش، ماندگاری منابع انرژی برای نسل‌های آینده و نیز ارتقا کیفیت زندگی توسط معماری سبز بود. این نوشتار با روشن‌نمودن مفهوم آسایش، نشان داد که معماری اکولوژیک، از طریق حداکثر استفاده از شرایط مطلوب طبیعی و محافظت ساختمان در برابر عوامل نامساعد اقلیمی، انرژی مورد نیاز را به حداقل رسانده، بخشی از آن را از طریق طبیعی تامین می‌کند. به این ترتیب آسایش به نحو مطلوب‌تری در فضا ایجاد می‌شود. با توجه به رویکرد معماری پایدار، بررسی‌های انجام‌شده روی خانه‌های تاریخی اصفهان نشان‌دهنده مطلوب‌بودن کیفیت زندگی توسط بهبود آسایش از طریق مصرف بهینه انرژی در این خانه‌ها است. امروزه ضرورت گسترش رفتارهای پایدار از جمله مدیریت منابع انرژی، محسوس است. این نوشتار با توجه به اهمیت رفتار کاربران در تحقق اهداف معماری پایدار، این نوشتار با مبنا قراردادن هرم *مازلو*، دو راهکار "آموزش" و "مدیریت منابع" را به‌منظور ترویج رفتارهای پایدار پیشنهاد نموده است. این پژوهش بر مبنای روش تحقیق کاربردی، با استناد به مطالعات کتابخانه‌ای و منابع الکترونیکی بوده و در پایان، نحوه انتخاب مصالح سبز را مطرح نموده، کاربرد مصالح بازیافتی و استفاده مجدد از زباله را برای طراحی سبز توصیه نموده است.
کلیدواژه‌ها: بهینه‌سازی مصرف انرژی، آسایش، سلامت، مسکن، معماری سبز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۰۶
*نویسنده مسئول: salavati@yahoo.com

مقدمه
طبیعت یک منبع لذت‌بخش است که در ساختمان‌ها مورد استقبال واقع می‌شود و هدف کارکردی (تمیزکردن هوا) و نیز هدف معنوی (تعالی روح و کاهش استرس) را برآورده می‌سازد. آموختن از طبیعت به درک کنش متقابل شرایط منابع انرژی، آب، مصالح، زباله و آلودگی کمک می‌کند. عملاً یک اکوسیستم معمارانه با توانایی بالقوه مسیرهای بازیافت و چرخه زباله در اختیار ما قرار دارد[1].

با توجه به بهره‌گیری زیاد انرژی در ساختمان‌ها لازم است تا در طراحی آنها، راهکارهایی برای صرفه‌جویی در مصرف منابع تجدیدناپذیر انرژی اتخاذ گردد. "اگر هدف پروژه‌ای حفاظت از محیط زیست باشد، باید توجه خود را به استفاده از سیستم‌های طبیعی، کاهش آلودگی محیط و زدودن آلودگی‌های ماندگار از محیط اطراف معطوف کند" [2]. "با استفاده از فناوری‌های هوشمندانه‌تر و پروژه‌های تجدیدپذیر خودکفا، می‌توان تا حدی از مشکلات موجود کاست. ساختمان‌ها می‌توانند انرژی و آب موردنیاز خود را تهیه نموده، مصالح بازیافتی را به کار گیرند و به استفاده مجدد از زباله اقدام کنند" [1]. بنای بلندمرتبه امروزی علاوه بر انرژی، کاربران را نیز تهدید می‌کند و مواردی همچون کیفیت فضا و احساس امنیت را تحت تاثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین لازم است در این زمینه نیز به اهداف پایداری اهمیت داده شود و برای تحقق این اهداف باید نیاز کاربران نیز مورد توجه قرار گیرد. طراحی پایدار قصد دارد به نیازهای امروز بدون آسیب‌رساندن به منابع نسل‌های آینده پاسخ دهد. در طراحی پایدار باید به پایداری اجتماعی به اندازه مصرف انرژی و تاثیر محیطی ساختمان‌ها اهمیت داده شود[3]. در این نوشتار مدل *مازلو* مبنای بررسی نیازهای روانی انسانی، در بخش مرتبط با اهداف پایداری مورد بررسی قرار می‌گیرد. "از آنجایی که مبنای شکل‌گیری رفتارها، نیازهای انسانی است" [4]، "لازم است با شناخت درست این نیازها و ایجاد عوامل انگیزشی، به ترویج رفتارهای پایدار کاربران پرداخته شود." [5].

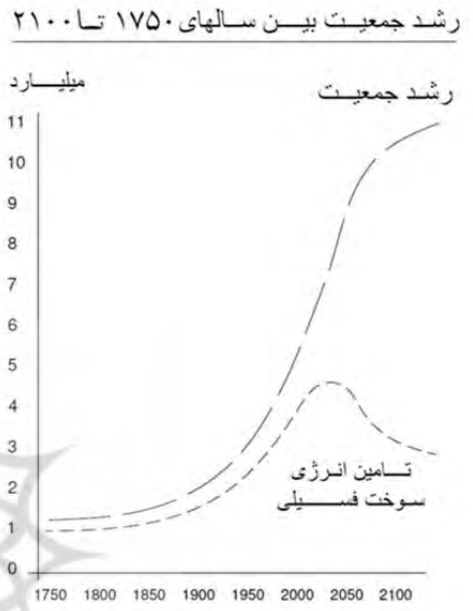
هدف از این پژوهش، ماندگاری منابع انرژی برای نسل‌های آینده و نیز ارتقا کیفیت زندگی توسط معماری سبز است. این پژوهش با بررسی فشارهای محیطی و چالش‌های رایج در معماری، بر صرفه‌جویی در مصرف انرژی تاکید کرده، و با تعریف مفهوم معماری پایدار به بررسی انواع انرژی تجدیدپذیر می‌پردازد. به موازات آن، با نگاهی به معماری پایدار در شهرهای کویری ایران بر این نکته اشاره می‌کند که شیوه‌های معماری سنتی را نمی‌توان به‌آسانی برای زندگی امروز به کار برد. سپس رابطه انسان و معماری سبز را از طریق بازخوانی نیازهای رفتاری در ساختمان‌های پایدار و راهبردهای انگیزش رفتارهای پایدار، بررسی می‌کند. از سوی دیگر با شرح ویژگی‌های مسکن پایدار، بر طراحی برای انرژی تاکید می‌کند. در پایان، با تعریف مصالح پایدار و خواص آنها، توصیه‌هایی در انتخاب آنها برای غلبه بر مشکل نخاله‌های ساختمانی پیشنهاد می‌کند.

روش تحقیق
این پژوهش بر مبنای روش تحقیق کاربردی، با استناد به مطالعات کتابخانه‌ای و منابع الکترونیکی بود که در آن به بررسی چگونگی بهینه‌سازی مصرف انرژی در مسکن و چگونگی تامین آسایش، سلامت و رضایت‌مندی ساکنان از طریق معماری سبز پرداخته شد. با توجه به اهمیت رفتار کاربران در تحقق اهداف معماری پایدار و با توجه به کاستی پژوهش‌ها در جنبه‌های روان‌شناختی این رویکرد معماری، در این نوشتار، با مبنا قراردادن هرم *مازلو*، راهبردهای آموزش و مدیریت منابع، به‌منظور ترویج رفتارهای پایدار پیشنهاد شده است.

مبانی نظری تحقیق
بسیاری پژوهشگران معتقد هستند که تخریب محیط زیست پیامد ساختمان‌سازی اخیر در شهرها به‌علت افزایش جمعیت است، بنابراین مشکلات اساسی مانند افزایش درجه حرارت، مشکلات بهداشتی و کمبود انرژی احساس می‌شود و منابع آب، ظرفیت بازیافت، زباله و فاضلاب تحت تاثیر قرار می‌گیرد (نمودار ۱). از سوی دیگر سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۰۳ تخمین زد که گرمای جهانی موجب مرگ ۱۵۰ هزار نفر در سال شده است که ۵۰% آن به‌علت سوزاندن سوخت‌های فسیلی برای گرمایش، روشنایی و تهویه ساختمان است. بنابراین پرداختن به فناوری‌های سبز کنونی مهم است[1].

مساله انرژی در ایران سال‌ها مورد توجه لازم نبوده و در سال‌های اخیر، لزوم محاسبه میزان مصرف و صرفه‌جویی انرژی به‌عنوان یک

ضرورت قطعی، پدیدار شده است. سرعت رشد مصرف داخلی انرژی به‌حدی است که شاید با گذشت چند سال و اندی دیگر قادر به صادرات نفت نباشیم. بخش ساختمان انرژی بیش از یک‌سوم انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص داده است که به‌علت یک مشکل فرهنگی است که قدر انرژی کمتر دانسته شده است[6].
بدون شک نمی‌توان از پیشرفت تکنولوژی چشم پوشید، ولی این عامل نباید ارزش‌های پایداری محیط زیست را دستخوش مخاطره کند. بنابراین باید راهکارهای فراموش‌شده در طراحی مسکن پایدار را شناسایی کرد و با به‌روزنمودن آنها با توجه به تکنولوژی‌های موجود از آنها استفاده نمود[7].



نمودار ۱) چشم‌انداز بلندمدت سوخت‌های فسیلی[1]

فشارهای محیطی

بسیاری از ساختمان‌های طراحی‌شده امروزی برای بقا در آینده (با توجه به گرمای جهانی) به شرایط حرارتی کاملاً متفاوتی نیاز دارند[1]. به ساختمان‌هایی نیاز است که از طریق طراحی بهتر بتوانند اثرات ناسازگاری‌های محیطی را کاهش دهند. یک نظریه می‌گوید که به‌ازای هر اتومبیل حدود ۱۵ درخت و به‌ازای هر خانه ۴۰ درخت لازم است تا کربن انتشاریافته بیش از یک سال آنها را به اکسیژن تبدیل کنند. حتی اگر همه کشور جنگل باشد، باز هم بعید است که با دی‌اکسیدکربن خروجی ملی در تعادل قرار گیرد.

چالش‌های موجود در معماری

انسان با توجه به نیازها ، ارزش‌ها و هدف‌های خود محیط را دگرگون می‌کند. به‌ویژه فناوری پیشرفته موجب می‌شود تاثیر انسان بر محیط شدت و سرعت یابد. برخی این دگرگونی سریع محیط را مخرب و موجب انحلال در نظام زیست محیطی "انسان-محیط" می‌دانند[5]. علاوه بر اثرات زیست‌محیطی زیانبار ، این ساختمان‌ها از لحاظ روان‌شناختی نیز می‌توانند آثار مخربی در کاربران ایجاد نمایند. نقش بالقوه ساختمان‌های پایدار در ارتقای سلامت کاربران خود از طریق ایجاد محیط‌های طبیعی بیشتر و در نتیجه بهبود کیفیت فضاهای داخلی مشخص و روشن است[8]. معماران می‌بایست مجموعه‌های مسکونی طبیعی را به‌عنوان بخشی از جریان توسعه پایدار ، طراحی کنند[1]. ساختمان‌هایی که ویژگی بهینه‌سازی مصرف انرژی و حفاظت منابع طبیعی را در خود داشته باشند، در زمره اصلی‌ترین مسئولیت‌های معماران قرار می‌گیرد.

انواع اصلی انرژی تجدیدپذیر

در اینجا فقط آنهایی آورده شده‌اند که ساده‌ترین کاربرد را در ساختمان دارند.
انرژی خورشیدی: بخشی از پیشنهاد کنفرانس جانسبرگ توسعه سیستم‌های انرژی خورشیدی بود. حرکت به‌سوی سیستم‌های انرژی کم‌کربن مبتنی بر انرژی خورشیدی در کشورهای توسعه‌یافته و پیل‌های سوختی هیدروژنی برای کشورهای پیشرو توسط برنامه توسعه سازمان ملل گسترش یافت. اگرچه، هزینه استقرار تاسیسات خورشیدی بسیار بالا است، اما مزایای بلندمدت اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی آن بسیار قابل توجه هستند[1].

نیروی باد

نیروی باد به‌عنوان مکمل انرژی خورشید، در روزهای طوفانی، مفید است. برخلاف انرژی خورشیدی که حداکثر آن هنگامی است که تقاضا به حداقل می‌رسد (تابستان)، انرژی باد هنگامی که تقاضا بیشینه است، بیشتر در دسترس قرار دارد (زمستان).
فناوری‌های جدید و پمپ‌های باد، برای تولید برق، تصفیه و پمپاژ آب در دسترس هستند[1].

دیگر منابع انرژی تجدیدپذیر

پیل‌های سوختی: بر فناوری الکتروشیمیایی برای تولید برق اتکا دارند و بدون بخش متحرک، برق تولید می‌کنند، از این رو تقریباً بی‌خطرتر از سلول خورشیدی است و به‌جای دی‌اکسیدکربن، آب تولید می‌کند. فتوولتاییک (پی.وی) سلول‌هایی هستند که انرژی خورشیدی را به نیروی برق تبدیل می‌کنند.
انرژی زمین‌گرمایی: انرژی زمین‌گرمایی انرژی گرمای هسته زمین است که به‌سوی پوسته گسیل می‌شود و می‌تواند به‌عنوان مخزن جذب گرما در زمستان و انباره حرارتی (برای دفع گرما) در تابستان استفاده شود[1].
زیست‌توده: از چوب درختان بالغ، محصولات انرژی‌زا یا سوخت‌های مبتنی بر انواع زباله (شهری، کشاورزی و جنگلی) حاصل می‌شود. این فناوری، انرژی را از طریق تجزیه (تولید متان) یا سوخت بی‌هوازی (تولید گرما) تولید می‌کند.
فناوری تراشه چوب: از خاکاره به هم فشرده حاصل از دیگر عملیات چوبی نیز به‌عنوان سوخت می‌توان استفاده کرد. از آنجا که چوب (اگر به‌طور صحیح مدیریت شود) از منابع تجدیدپذیر استخراج می‌شود و در طول مرحله رشد به اتمسفر اکسیژن پس می‌دهد، در توسعه پایدار عنصری مهم محسوب می‌شود[1].

مفهوم معماری پایدار یا سبز

"مبحثی تازه به نام معماری پایدار، معماری اکولوژیکی، معماری سبز و معماری زیست‌محیطی باز شده است که همگی اینها دارای مفهوم یکسانی هستند و بر معماری سازگار با محیط زیست دلالت دارند" [9]. با توجه به این که بین صاحب‌نظران در مورد تعریف "توسعه پایدار" توافق‌نظری وجود ندارد، تعریفی که عموماً پذیرفته‌شده در گزارش برونتلند است که طبق آن "توسعه پایدار" توسعه‌ای است که نیازهای نسل حاضر را بدون مصالحه و صرف نظر از توانایی نسل آینده در برآوردن نیازهایشان تامین نماید[10]. مفهوم توسعه پایدار به معنی ارایه راه حل‌هایی است که بتواند از

بروز مسایلی مانند نابودی منابع طبیعی، تخریب اکوسیستم‌ها، آلودگی، رواج بی‌عدالتی و پایین‌آمدن کیفیت زندگی جلوگیری کند. هدف اصلی توسعه پایدار، تامین نیازهای اساسی، ارتقا سطح زندگی، حفظ و اداره بهتر اکوسیستم‌ها و آینده‌ای سعادتمندتر ذکر شده است[7].

در مورد اصول توسعه پایدار ادبیات گسترده‌ای وجود دارد که امکان پرداختن به تمام آن در این نوشتار نیست.

برخی از نظریه‌پردازان معتقدند که پایداری محیطی در عرصه کار معماران با اهداف زیر تبیین می‌شود:

۱) مصرف منابع انرژی در کمترین حد ممکن

۲) استفاده از مصالح تجدیدپذیر

۳) حفاظت و عرضه انرژی و بازیافت کامل آن بدون ایجاد آلودگی[7]

برخی دیگر، معماری پایدار را نوعی طراحی مردمی نه‌تنها برای استفاده فیزیکی بلکه استفاده روحی و روانی، و حتی به‌عنوان هنر زندگی اجتماعی می‌دانند. بنابراین کیفیت فضاهای داخلی اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. در این راستا، از طریق چشم‌انداز، نور و تهویه طبیعی بیشتر، پوشش گیاهی در محیط‌های داخلی و عدم کاربرد مصالح سمی، سلامت فردی- اجتماعی کاربران نیز ارتقا می‌یابد. از طرفی طبق نظر *ادوارد*، "جامعه انسانی هرگز پایدار نخواهد بود. طبیعت ناپایدار نیز همیشه در حال تغییر است". می‌توان گفت ماندگاری ساختمان باید حد معینی داشته باشد زیرا نیازهای نسل‌های آینده را نیز باید در نظر گرفت، در غیر این صورت باید ساختمان‌های با دوامی طراحی کرد که انعطاف‌پذیر بوده و نیازهای آیندگان را نیز پاسخگو باشد. رسیدن به چنین شرایطی با استفاده از مدیریت کارآمد و به‌کارگیری آخرین تکنولوژی‌ها صورت می‌گیرد. "در ضمن همواره تاکید بر این بوده است که بهره‌گیری از تجربیات گذشتگان، راهگشای دستیابی به طراحی پایدار خواهد بود. این افراد دستیابی به استانداردهای بالای کیفیت، امنیت و آسایش که در واقع سلامت انسان‌ها را تامین می‌کند را از مهم‌ترین اهداف معماری پایدار می‌دانند. زیرمجموعه‌های آسایش در معنای عام شامل آرامش، امنیت، ایمنی و سلامت هستند" [7].

" *یانگ* در سال ۲۰۰۷ ساخت‌وسازهای بلندمرتبه امروزی را یکی از غیرمحیط‌زیستی‌ترین شیوه‌ها معرفی می‌نماید و به ارایه راهکارهایی به‌منظور تعدیل تاثیرات منفی محیط زیستی و ارتقای کیفیت فعالیت کاربران می‌پردازد که در قالب سه نوع سیستم غیرفعال (حالتی که در آن به‌منظور ایجاد شرایط آسایش، از سامانه‌های الکترومکانیکی استفاده نشود)، اختلاطی (حالتی که در آن به‌منظور ایجاد شرایط آسایش، از سامانه‌های الکترومکانیکی استفاده شود) و ترکیبی (حالتی که در آن بنا بتواند انرژی خود را تولید نماید؛ مانند استفاده از توربین‌های بادی) پیشنهاد می‌نماید" [5].

"طراحی پایدار، نوعی شیوه طراحی ساختمان است که از نظر انرژی، بهداشت و آسایش کارآمد بوده و در کاربرد انعطاف‌پذیر و در نهایت طراحی و ساخت بنا برای مدت‌زمان نامحدود انجام شده باشد" [1].

"طراحی پایدار بر چند نکته اساسی اشاره دارد که شامل کیفیت‌گرایی، توجه به آینده و توجه به محیط هستند" [7]، بنابراین به اعتقاد آنها طراحی پایدار، سبکی فرمال، حاصل شرایط زودگذر و هیجانات آنی نیست، که فضاهایی برای فرار از طبیعت فراهم آورد و نتایج آن، طبیعتی غیرقابل زندگی برای موجودات و انسان باشد، بلکه ذاتاً واجد مفاهیم عمیقی است که پیونددهنده انسان، طبیعت و معماری است.

"معماری پایدار، زندگی در طبیعت و با طبیعت است. علاوه بر اصول مذکور، معماری پایدار پاسخ معمارانه ایست که در ساختار آن مصالحی به کار می‌رود که هنگام تولید یا کاربرد و حتی زمان تخریب با محیط خود سازگار هستند، در حد امکان از مصالحی که در محل تولید می‌شوند، استفاده می‌کند. مصرف حداقل منابع انرژی سوختی و حداکثر استفاده از انرژی خورشیدی و سیستم‌های گرمازا با حداکثر بازدهی و حداقل تخریب محیط زیست را در نظر دارد" [1].

با جمع‌بندی نظرات نظریه‌پردازان فوق می‌توان گفت معماری پایدار یکی از جریان‌های مهم معاصر است که عکس‌العملی منطقی در برابر مشکلات عصر صنعت به شمار می‌رود. معماری پایدار، به‌طور کلی سه مرحله شامل صرفه‌جویی در منابع، طراحی برای بازگشت به چرخه زندگی و طراحی برای انسان را در بر می‌گیرد.

۱) مرحله صرفه‌جویی در منابع: بهره‌برداری مناسب از انرژی‌های تجدیدناپذیر، مانند سوخت‌های فسیلی، در جهت کاهش مصرف از یک‌سو و از سوی دیگر کنترل و به‌کارگیری هرچه بهتر منابع طبیعی تجدیدپذیر

۲) مرحله طراحی برای بازگشت به چرخه زندگی: یکی از وظایف طراح، بازیافت و جلوگیری از آلودگی محیط در تمام مراحل ساختمان است (مانند استفاده از مواد بازیافتی یک ساختمان، به‌عنوان مصالح اولیه در ساخت ساختمانی دیگر).

۳) مرحله طراحی برای انسان: این اصل در نیازهایی ریشه دارد که برای حفظ عناصر اکوسیستم لازم است که آنها نیز به نوبه خود بقای انسان را تضمین کنند و دارای سه استراتژی نگهداری از منابع طبیعی، طراحی شهری و سایت و راحتی انسان است که تمرکزشان بر افزایش هم‌زیستی بین ساختمان و محیط بیرون از آن و بین ساختمان و افراد کاربر آن است (جدول ۱).

جدول ۱) دیدگاه‌های متفاوت در مورد توسعه پایدار[1]

انواع دیدگاه
غربی
ماشینی
علمی
تکنولوژی بالا
براساس انرژی
شرقی
عرفانی
معنوی
تکنولوژی پایین
براساس آب

معماری پایدار در شهرهای کویری ایران

کویر مرکزی ایران از گرم و خشک‌ترین مناطق جهان محسوب می‌شود. برخی مشکلات متعدد این نواحی شامل تابش آفتاب سوزان، گرمای شدید روز (حداکثر حدود ۴۰°C در تابستان)، اختلاف درجه حرارت زیاد شب و روز، تابستان بسیار گرم و زمستان سرد، بارندگی کم، کم‌آبی و بادهای گرم پرگرد و خاک و احیاناً شنی هستند[10]. سکنی‌گزینی انسان در نواحی کویری، جز در پرتو بهره هوشمندانه از مواهب طبیعی و تعدیل شرایط سخت آب و هوایی این مناطق میسر نبوده است. بررسی شهرهای کویری ایران از جمله اصفهان نشان می‌دهد که ویژگی‌های کالبدی بخش‌های سنتی آنها به میزان زیادی با یافته‌های علمی جدید تطابق دارد[7].

صرفه‌جویی در منابع

یکی از ویژگی‌های مهم خانه‌ها در این اقلیم، درون‌گرایی است که

باعث شده فضاها در اطراف حیاط مرکزی، حیات یابند. "حیاط مرکزی از دوره صفوی به بعد خرد اقلیمی را در داخل ساختمان ایجاد می‌کرد که کوچک، خنک و نمناک بود و میزان انرژی درخواستی برای خنک‌کردن ساختمان را کاهش می‌داد. این فضا، عناصر مختلف معماری مانند در و پنجره‌ها را سازمان‌دهی می‌کرد که همه به سوی آن باز می‌شدند" [11] (شکل ۱). دیوارهای ضخیم خشتی و آجری با ظرفیت حرارتی بالا، باعث کاهش نوسان درجه حرارت در طول شبانه‌روز می‌شدند؛ با قرارگرفتن بخشی از ساختمان در زیر زمین تبادل حرارت بین داخل و خارج بنا کاهش می‌یابد. روش دیگر، تقلیل سطوح در معرض تابش خورشیدی از طریق کاهش نسبت سطح در معرض شرایط طبیعی به سطح زیربنای ساختمان است. یکی دیگر از شیوه‌ها، کاربرد سیستم‌های غیرفعال مانند بادگیرها، آب‌انبارها، یخچال‌ها و آسیاب‌های بادی و آبی است[7].

شکل ۱) نمونه حیاط مرکزی: خانه لباف، اصفهان[12]

طراحی برای بازگشت به چرخه زندگی

بازیافت و بهره مجدد از ساختمان‌ها در طول تاریخ حتی در تحولات عظیم فرهنگی- اجتماعی مشاهده شده است.

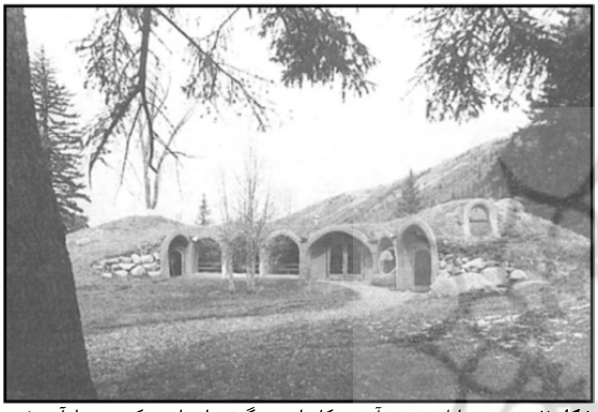
طراحی برای انسان

"اصلی‌ترین هدف معماری و طراحی شهری در مناطق گرم و خشک باید تخفیف میزان استرس ناشی از آب و هوا بر افراد باشد" [7].

به‌طور کلی در مناطق گرم و خشک سه روش استفاده از آب، سایه و باد و به حداقل‌رساندن تاثیر پرتوهای خورشید وجود دارد. ایجاد سایه با تدابیری مانند حیاط مرکزی با دیوارهای مرتفع و عناصری نظیر حوض آب و باغچه، به سرمایش طبیعی و کاستن خشکی هوا کمک می‌رساند و "با عملکرد مناسب خود، شرایط آسایش حرارتی ساکنان را فراهم می کند[11]. دیگر ویژگی این معماری درنظرگرفتن ملاحظات فرهنگی در طراحی مسکن است، به‌نحوی که کلیه نیازهای ساکنان را برطرف نموده‌اند[7].

در معماری تمدن‌های پیشین، مکان، اقلیم را متعادل می‌کرد. در حالی که در معماری امروز، تجهیزات مکانیکی این نقش را بر عهده گرفته است. اما آیا تکنیک‌های طبیعی دریافت آسایش حرارتی، برای روح بشری دلپذیرتر است یا استفاده از ابزارآلات بدون روح؟ آیا می‌توان سایه درخت را با خنکای هر گونه ابزاری مقایسه نمود، نه فقط از نظر حرارتی بلکه روحی؟ تکنیک‌های معماری بومی هم به لحاظ صرفه‌جویی انرژی و هم جنبه‌های مثبت روحی حائز اهمیت است. در این مسیر، به‌طور مثال برای تامین آسایش گرمایی در تابستان، باید در مرحله اول گرما را از ساختمان دور نمود، سپس دما را کاهش داد و در انتها در صورت نیاز به تعدیل بیشتر آب و هوا، از تجهیزات مکانیکی استفاده کرد. اما در معماری امروز مرحله انتهایی به‌عنوان اولین مرحله در نظر گرفته شده و ساختمان‌ها بدون توجه به اقلیم طراحی و ساخته می‌شود. با این بی‌توجهی نه‌تنها بر روند اتمام انرژی‌های خود صحه گذارده، بلکه به نابودی محیط زیست خود نیز کمک می‌نماییم[13]. در معماری امروز جهان با توجه به مساله بحران انرژی در دهه ۱۹۷۰ و توجه همگانی به حفظ محیط زیست و انرژی، ضرورت بهره‌گیری از زیرزمین نمایان شده است. استفاده مسکونی و کاربری‌های عمومی از زیر سطح زمین در تعداد کمی از کشورها از جمله آمریکا و استرالیا رخ داده است (شکل۲) [13].

ارایه راهکار برای معماری امروز با نظر به معماری بومی، خالی از لطف نیست. اما با توجه به نیاز انسان امروزی، صرفاً نمی‌توان با بازگشت به فرم و سنت‌های ساخت، مساله را حل نمود. چالش معماران کنونی این است که نیاز به ابداع روش‌های پیشرفته‌ای برای طراحی ساختمان‌ها دارند که همزمان با نگاه به گذشته، متناسب با ضروریات مدرن باشد.



شکل ۲) مدرسه وایلدوود در آسپن کلورادو به‌گونه ای است که محیط آموزشی جذاب و طبیعی برای دانش‌آموزان ابتدایی فراهم نماید[13].

انسان و معماری سبز

"در تاثیر متقابل میان فرد و قرارگاه کالبدی وی، فرد محیط را دگرگون می‌کند و هم‌زمان، رفتار و تجارب وی توسط محیط دگرگون می‌شود" [5].

نیازهای رفتاری در ساختمان‌های پایدار

هدف طراحان ایجاد محیط‌هایی است که نیازهای انسانی را مرتفع نماید؛ از طرف دیگر، رفتارها برای ارضای نیازها وارد عمل می‌شوند[14]. بنابراین شناخت نیازهای روانی و کالبدی لازم است. نیازهای کالبدی انسان با توجه به عملکرد بنا و با شناخت ضوابط و استانداردها قابل تحقق است .در حوزه نیازهای روانی، طراح باید مدلی روان‌شناختی از نیازها را مبنا قرار دهد. *مازلو* سلسله‌مراتب نیازها را پیشنهاد کرده است که شامل نیازهای فیزیولوژیک، نیازهای ایمنی؛ مثل امنیت جسم، امکانات، تعلقات، سلامتی، نیاز تعلق و دوست‌داشتن، نیاز به قدر و نیاز به خودشکوفایی و نیاز شناختی و زیباشناختی هستند. با توجه به تاکید پژوهش بر صرفه‌جویی در مصرف منابع طبیعی با هدف ماندگاری آنها برای نسل‌های آینده، می‌توان سطح دوم مدل *مازلو* را مبنای نیازهای روان‌شناختی قرار داد. *مازلو* در سطح دوم یعنی امنیت، به موضوع "امنیت منابع" و "امنیت سلامت" اشاره دارد که به‌نوعی در راستای تحقق اهداف رویکرد پایداری است[5]. برای دستیابی به این

اهداف، طراح باید دقیقاً پیش‌بینی نماید چه فعالیتی ممکن است صورت پذیرد و از دانش روان‌شناسی محیطی به‌منظور خلق فضا و تسهیلات، بهره گیرد. فعالیت‌های انسانی، مصرف منابع و نتیجتاً میزان صرفه‌جویی را معین می‌نماید. تغییرات رفتاری که در این عملکردها دخیل هستند شامل میزان مصرف آب برای شست‌وشو، مصرف‌کردن یا نکردن آب بازیافت‌شده و محصولات سمی می‌باشند. هنوز تجربیات کافی در مورد ساختمان‌های پایدار برای پاسخ‌گویی به نیازهای متعدد روان‌شناختی انسان وجود ندارد[8].

راهبردهای انگیزش رفتارهای پایدار

علت اینکه با وجود اطلاعات علمی فراوان، هنوز نتیجه مطلوب در این مورد به دست نیامده است، چیست؟ برای پاسخ به این پرسش، پس از شناخت نیازهای رفتاری ساکنان، لازم است راهبردهای انگیزش این‌گونه رفتارها بررسی شود. از آنجایی که نگرش‌ها از مهم‌ترین عوامل شکل‌دهنده رفتارها هستند، برای ترویج رفتارهای پایدار باید مورد توجه قرار گیرند[5]. نگرش، بیانگر گرایش فرد به ارایه پاسخ‌های موافق یا مخالف به افراد یا اشیا است. طراح باید در فرآیند طراحی، نگرش پایداری را برای ترویج رفتارهای پایدار به کار گیرد، از جمله راهکارها ارتباط ساکنان و محیط طبیعی از طریق نور طبیعی و پوشش گیاهی در محدوده فعالیت آنها است[8]. "منظرهای طبیعی نسبت به شهری اثرات مثبت قوی‌تری بر سلامتی ایجاد می‌کنند. تاثیرات سه گونه اصلی دارد این سه گونه شامل بهبود کوتاه‌مدت استرس یا خستگی روانی، بهبود بیماری جسمی و کاهش وقوع آن و سومین مورد تغییر رفتاری طولانی، آرامش، رضایتمندی و سلامت است[15]. در راستای اصلاح نگرش‌ها برای ترویج رفتارهای پایدار، طراح می‌تواند با به‌کارگیری این راهکار، خلا حاصل از جدایی کاربران از محیط طبیعی و اثرات نامطلوب آن بر رفتار را جبران نماید و سبب انگیزش حس ارتباط با محیط طبیعی شود. هنگام طراحی، درنظرگیری امکان کنترل محیط داخل توسط کاربر نیز می‌تواند باعث افزایش آسایش و رضایت در مقابل تغییرات شرایط محیطی شود[5]. در کنار وظیفه طراح، دو راهبرد پیشنهاد می‌شود: "راهبرد آموزشی"؛ افراد با ترویج فرهنگ صرفه‌جویی و حفظ منافع جمعی آشنا می‌شوند و "راهبرد مدیریت منابع"؛ که در سطح کلان بر عهده دولت‌ها و سازمان‌ها است و در سطح خرد، رفتارهای کاربران نقشی مهم می‌یابد[5]. در این راستا استفاده از علایمی که میزان مصرف کاربر را نمایش دهد، می‌تواند مفید باشد. مانند فناوری که به کاربران هزینه مصرف انرژی را هر لحظه در تلفن همراه یا رایانه شخص نشان دهد[5].

ساختمان‌ها، بهداشت و سلامتی

سلامتی توسط سازمان بهداشت جهانی به‌عنوان وضعیتی از کمال جسمی، ذهنی و رفاه اجتماعی تعریف شده است. مولفه‌های کلیدی بهداشت ساختمان آسایش، رهایی از آلودگی و پاسخ به نیازهای انسان هستند[1].

آسایش: آسایش شامل احساس راحتی از نظر حرارتی، رطوبتی، تهویه و روشنایی است (مانند توانایی دیدن بدون درخشندگی یا تاریکی زیاد). آسایش می‌تواند با تهویه طبیعی، بهبود عایق‌کاری، حذف کوران و غیره افزایش یابد.

رهایی از آلودگی: عایق فایبرگلاس، نسبت به عایق‌های آلی (الیاف سلولزی، پشم گوسفند) خطر بیشتری برای سلامتی دارد. البته برای استفاده از مصالح طبیعی باید با دقت به ترازهای رطوبت و تهویه، به کنترل جانوران جونده پرداخت.

محیط‌های محرک و پاسخ‌دهه: باید از طریق محیط، نیازهای کاربر پاسخ، و فشارهای روانی را کاهش داد. از محرک‌های طبیعی می‌توان گردش نور روز در اتاق، تهویه خوب و حضور گیاهان در داخل و خارج را نام برد. یک محیط پاسخ‌ده فقط محیطی طبیعی نیست، بلکه محیطی ساده است. باید بین سادگی و انگیزش، تعادل برقرار باشد[1].

مسکن پایدار

"معماران می‌توانند مسکن‌هایی طبیعی طراحی کنند که شامل تالاب‌ها و دریاچه‌ها، درخت‌کاری، بام چمنی، دیوارهای پوشیده‌شده از خزه و چمن‌زارهای طبیعی (سرشار از گل و به‌صورت مجزا رهاشده) باشند" [1]. "طراحی معماری ساختمان باید حتی‌الامکان همساز با اقلیم باشد، از شرایط مطلوب طبیعی حداکثر استفاده به عمل آید و در ضمن ساختمان در برابر شرایط نامطلوب اقلیمی محافظت شود تا مقدار انرژی مورد نیاز برای گرمایش و سرمایش به حداقل رسیده و بخشی از آن از طریق طبیعی تامین شود. به این ترتیب شرایط آسایش به نحو مطلوب‌تری در داخل فضای معماری تامین می‌شود" [6].

مسکن پایدار (شکل ۳) [16] باید به‌صورت یک طرح کم‌انرژی شامل موارد زیر باشد:

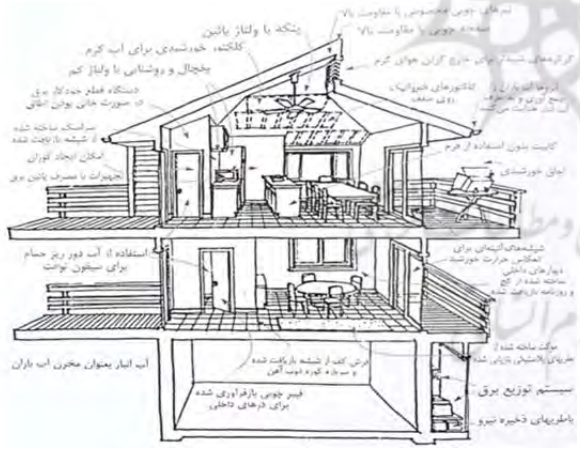
۱) آفتاب و فضای سبز

۲) حداکثر استفاده از منابع انرژی طبیعی، جلوگیری از پرت حرارتی (شکل ٤) توسط عایق‌کاری بدنه و سقف با لایه‌های مجوف هوا و بهبود سیستم گرمایش و سرمایش

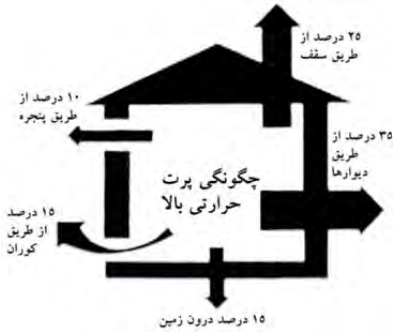
۳) جمع‌آوری و استفاده از آب‌های بارندگی

۴) طراحی برای انعطاف‌پذیری در شیوه زندگی

۵) طراحی برای بیشینه بازیافت[1]



شکل ۳) نمونه کامل بازیافت در ساختمان[16]



شکل ۴) الگوی اتلاف گرما از طریق عناصر ساختمانی[1]

برخی عوامل موثر در بهره‌گیری از انرژی‌های طبیعی در ساختمان شامل موار زیر هستند:

جهت‌گیری مطلوب ساختمان و حداکثر استفاده انرژی تجدیدپذیر: ساختمان به‌نحوی قرار گیرد که از بادهای نامطلوب محفوظ باشد و طی فصل گرم بتوان از بادهای مطلوب به‌منظور تهویه طبیعی استفاده کرد. "طراحی در جهت استفاده حداکثر از تابش خورشید (در زمستان) باشد" [1]. جهت‌گیری بهینه (با توجه به رون اصفهان با ۳۰° انحراف به شرق)، ۲۵°-۳۵° شرقی است، بنابراین کشیدگی پلان‌ها شرقی- غربی توصیه می‌شود.

حجم کلی و فرم ساختمان: در مناطق با نیاز انرژی زیاد مانند اصفهان ساختمان متراکم طراحی شود. ساختمان سبز از ۱۵متر عمیق‌تر نیست. ترکیب طبقات باریک و حیاط مرکزی می‌تواند دسترسی به نور روز را افزایش داده و مصرف انرژی را از طریق تهویه به کمک اثر دودکشی کاهش دهد[1].

جانمایی فضاهای داخلی: فضاهایی که دایماً استفاده نمی‌شوند بین فضاهای اصلی و جبهه‌های نامطلوب حرارتی قرار گیرند. فضاهای عمومی رو به جبهه‌های مطلوب ساختمان قرار گیرند که به‌ترتیب اهمیت شامل جنوبی، شرقی و شمالی هستند[6]. آشپزخانه، حمام و اتاق‌خواب‌های کوچک در ضلع شمالی قرار می‌گیرند[1]. "فضاها با کاربری مشابه نزدیک هم قرار بگیرند و با درهای داخلی از هم جدا شوند تا محافظت از انرژی صورت گیرد. "فضاها با توجه به استفاده مشابه، طبقه‌بندی و با درهای داخلی از هم جدا شود. تا حد امکان فضای نشیمن کوچک‌تر و سقف آن کوتاه‌تر باشد (حدود ۲/۷متر) " [17].

جدارهای نورگذر: شیشه‌های دوجداره یا دو قاب موازی به‌ویژه در مورد پنجره‌ها توصیه می‌شود. قاب‌ها باید از جنس مناسب مانند چوب، پلیمرهای مرغوب یا فلز با حداقل پل حرارتی باشد. هر قدر مقدار سطوح نورگذر نسبت به سطح پوسته خارجی کمتر باشد، انتقال حرارت کمتر خواهد بود[6]. به ابعاد، شکل، موقعیت، زاویه و ابعاد بازشو توجه شود. همچنین، نوع شیشه و روکش پنجره تاثیر زیادی بر کارآیی دارد[1].

جزییات ساختمان‌سازی: علاوه بر عایق‌کاری طبقات بالا، ظرفیت گرمایی مصالح جهت تاخیر در پایین‌آمدن دما در شب، باید زیاد باشد[1].

سایبان‌ها: عمق مناسب سایبان، تابستان‌ها از تابش خورشید به داخل ممانعت کرده و زمستان‌ها امکان ورود آفتاب را فراهم می‌کند (جدول ۲).

جدول ۲) زاویه سایبان در عرض جغرافیایی ۳۳° (اصفهان) برحسب جهت‌گیری پنجره[6]

جهت‌گیری پنجره	نوع سایبان	
	عمودی	افقی
جنوبی	-	۶۰°
شمالی	۷۰° در غرب پنجره	-
شرقی	-	۴۵°
غربی	متحرک مقابل پنجره	-
۳۰° شمال شرقی	۵۵° در شرق پنجره	یا ۶۰°
۶۰° شمال شرقی	۳۰° در شرق پنجره	یا ۵۰°
۳۰° جنوب شرقی	-	۶۰°
۶۰° جنوب شرقی	-	۴۵°
۳۰° شمال غربی	۴۰° در غرب پنجره	-
۶۰° شمال غربی	متحرک مقابل پنجره	-
۳۰° جنوب غربی	۳۰° در غرب پنجره	و۵۰°
۶۰° جنوب غربی	متحرک مقابل پنجره	-

طراحی برای انرژی: "انرژی خورشیدی به‌صورت انفعالی برای گرمایش فضا، تهویه و روشنایی و به‌صورت فعال برای گرم‌کردن آب در گردآورهای نصب‌شده بر بام و تولید برق توسط سلول‌های خورشیدی به کار می‌رود. با بزرگ‌ترکردن پنجره‌های جنوبی، افزایش آتریوم‌ها و تونل‌های هوای گرم برای بخش‌های سردتر ساختمان، انرژی خورشیدی می‌تواند تا ۴۰% نیازهای اولیه انرژی گرمایی را در خانه تامین کند. آبگرمکن‌های خورشیدی معمولاً روی بام‌های شیبدار جبهه جنوبی قرار می‌گیرند. گردآورهای خورشیدی، آب ذخیره‌شده در تانک‌های با ظرفیت حرارتی بالا (اغلب در زیرزمین) را در تابستان گرم می‌کنند که گرمای زیادی در طول زمستان حفظ می‌کنند" [1]. "با استفاده از صفحات پی.وی هیچ‌گونه آلودگی وجود نخواهد داشت، نور آفتاب (حتی نوری که به حد کافی روشن باشد) را تبدیل به برق می‌کند" [1]. به‌علت حرکت خورشید، فرم‌های منحنی در ساختمان مناسب کاربرد پی.وی است.

بادگیرها: در ساختمان‌های مدرن، امکان تهویه طبیعی را فراهم، و علاوه بر هدایت باد، حرارت را کاهش را می‌دهند. در ساختمان‌های با نقشه عمیق می‌توانند جایگزین پنجره‌های هواکش جانبی برای تهویه زیاد باشند. میزان تهویه آنها قابل کنترل است. می‌توانند با نورگیرها ترکیب شوند و از طریق لوله خورشیدی در مرکز بادگیر موجب ورود نور شوند که این سیستم یک فناوری مفید برای ساختمان‌های با پلان عمیق به شمار می‌آید. تنها مشکل، ورود سرمای زیاد شب از طریق واحدها به ساختمان است. استفاده از بادبان‌ها و تعدیل‌کننده‌ها برای حل این مشکل ضروری است[1].

تاسیسات مکانیکی: برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در تاسیسات مکانیکی، لازم است موارد زیر رعایت شود:

کنترل و برنامه‌ریزی سیستم گرمایی

دمای داخلی در محل حضور افراد حداکثر ۲۰°C در ماه‌های سرد و حداقل ۲۸°C در ماه‌های گرم سال تنظیم شود[6]. با درنظرگرفتن همه معیارهای عایق‌کاری و توجه به کوران هوا با هم می‌توان از نیاز گرمایش دیگ‌های بخار متداول اجتناب کرد[1].

کنترل و برنامه‌ریزی سیستم سرمایی

در زمان فعالیت این سیستم‌ها، تمامی بازشوهای خارجی به‌طور خودکار حالت بسته باشند و امکان بازنگهداشتن آنها توسط ساکنین وجود نداشته باشد. در ضمن، این امر نباید مغایرتی با ضوابط ایمنی ساکنین داشته باشد. در غیر این صورت سیستمی برای توقف اتوماتیک سرمایش، در صورت بازماندن طولانی بازشوهای خارجی، پیش‌بینی‌شده باشد[6].

روشنایی

"روش ارزان برای کاهش انرژی مصرفی، استفاده از روشنایی روز است. عمق اتاق‌ها از دیوار بیرونی نباید بیش از ۷متر باشد. نفوذ نور طبیعی می‌تواند توسط طاقچه‌های نورگیر در نمای بیرونی ساختمان بهبود یابد" [1]. چراغ‌هایی که با تشخیص حضور کنترل می‌شود و چراغ‌های زمان‌دار خودکار، از سیستم‌های کاهش روشنایی است[6].

آب، فقر و بهداشت

"در هر ۱۵ثانیه یک کودک در اثر بیماری‌های مربوط به آب جان خود را از دست می‌دهد. همانند انرژی، ساختمان‌ها مسئول نیمی از مصرف آب هستند. بنابراین لازم است معماران، آب را مهم‌تر از انرژی در نظر بگیرند. در بسیاری از موارد آب جمع‌آوری‌شده از بام‌ها ممکن است از طریق هوای آلوده، برای مصرف در ساختمان آلوده شده باشد. به هرحال، امکانات کشف‌شده بسیاری مانند تصفیه و

پمپاژ آب توسط انرژی باد وجود دارد" [1]. آب، نفت فردا است. برای حفاظت از آب چهار مرحله زیر وجود دارد:
۱) جمع‌آوری منابع تجدیدپذیر یا محلی، ۲) کاهش میزان مصرف، ۳) استفاده مجدد از منابع اولیه، ۴) بازیافت زباله‌ها

جمع‌آوری آب خانگی

با ذخیره آب جمع‌آوری‌شده از بام در مخزن زیرزمینی، آب تصفیه‌نشده با یک فیلتر ماسه‌ای ساده و پمپ می‌تواند برای سیفون توالت، شست‌وشوی ماشین، حمام و آبیاری مفید باشد. تقسیم آب به آشامیدنی و غیرآشامیدنی، بدون هزینه و مشکل بهداشتی موجب کاهش مصرف شده و از روش ساده‌ای مانند توالت با سیفون کم‌عمق یا دولایه استفاده می‌کند.

بازیافت آب

با عبور آب خاکستری غیرخطرناک (بدون زباله‌های جامد)، مانند فاضلاب دستشویی، از میان نیزارها یا دیگر فرآیندهای تصفیه زیستی، آب تمیز (غیرآشامیدنی) برای آبیاری، تفریح و تلطیف هوا به سیستم باز می‌گردد و گزینه‌ای اقتصادی در مناطق کم‌آبی مانند اصفهان است. در دانمارک، بخشی از مخازن بزرگ آب (به‌منظور جمع‌آوری آب برای مصارف غیرآشامیدنی خانگی) در زیرِ زمین واقع است و با شیشه مسقف شده تا با خورشید گرم شود[1].

مصالح پایدار

مصالحی بادوام و سالم که بیشترین قابلیت بازیافت را دارند. مقاومت در برابر اقلیم و تامین آسایش در برابر صوت، نورهای مضر و غیره، تنوع و شکل‌پذیری یا به عبارتی دادن حق انتخاب به انسان، امکان تولید در حداقل زمان و هزینه، و بازسازی بدون نیاز به تخریب کلی در کمترین زمان، از ویژگی‌های این مصالح هستند. یکی از خصوصیات معماری گذشته ایرانی استفاده از مصالح بوم‌آورد یا مصالح همان محل است که یکی از علل عمده آن، دسترسی آسان به مصالح بومی بوده است و به‌دلیل نبود امکانات کافی و مشکلات حمل و نقل، آنها را به‌صورت خالص و غیرترکیبی به کار می‌بردند. امروزه با پیشرفت در زمینه فرآوری، افزایش قابلیت‌ها و دوام مصالح طبیعی و تولید مصالح ساختمانی متفاوت مصنوعی و صنعتی، گزینه‌های گوناگونی برای مصالح قابل استفاده وجود دارد. از طرف دیگر گسترش ارتباطات و فراهم‌شدن امکانات حمل و نقل آسان‌تر مصالح از مناطق دوردست، محدودیت‌های گذشته به‌کارگیری مصالح بوم‌آورد را از بین برده است[18]. به‌طورکلی، مصالح باید در منبعی در شعاع معقول (۱۰کیلومتری) ساخته شوند تا علاوه بر کاهش آلودگی و ذخیره انرژی حمل و نقل، اشتغال و ساختمان‌های محلی سنتی نیز احیا شود. انرژی حمل و نقل مصالح سبک بسیار کم است؛ لذا منبع‌شان می‌تواند جهانی باشد. علاوه بر آن، هزینه انرژی فولاد و آلومینیوم در موقع تولید و ساخت بالا است اما هزینه انرژی بازیافت نسبتاً پایینی دارند. بنابراین فولاد نسبت به بتن ممکن است یک انتخاب سبز خردمندانه باشد[1]. نخاله‌های ساختمانی معمولاً شامل بتن، آسفالت، چوب، فلزات و گچ است. مدیریت نامناسب این پسماندها (به‌علت تجزیه‌نشدن یا دیر تجزیه‌شدن آنها) می‌تواند منجر به آثار زیانباری بر سلامت انسان و محیط زیست شود و معمولاً محل انباشت با آلودگی‌های زیادی همراه است[17].

با توجه به تکنولوژی کنونی، موضوع مصالح باید جدی گرفته شود و علاوه برساخت مصالح سازگارتر با محیط، به دنبال چاره‌ای برای غلبه بر مشکل پسماندهای ساخت و ساز بود.

غلبه بر مشکل نخاله‌های ساختمانی

بازیابی حلقه بسته: تولید به همان صورت ماده اولیه (مانند تبدیل شیشه جام ساده مصرف‌شده به ورق شیشه جدید)
بازیابی حلقه باز: تبدیل به محصول متفاوت (مانند تبدیل قوطی فولادی کنسرو به فلس‌هایی برای مسلح‌نمودن بتن)
تخصیص محصولات جنبی: فرآیندی است که عموماً با دورریزهای صنعتی ارتباط دارد.

علاوه بر مراحل ذکرشده، مشکل نخاله‌های ساختمانی از طریق مصالح پایدار قابل حل است. منابع بلندمدتی برای ماسه، سنگ و چوب نرم وجود دارد. بنابراین باید نسبت به فلزات، پلاستیک‌ها و چوب‌های سخت در اولویت قرار گیرند. در پایان عمر ساختمان استفاده مجدد بر بازیافت ارجحیت دارد و به‌دلیل هزینه کمتر، بازیافت بر تخریب اولویت دارد[16]. نخاله‌های ساختمانی از طریق بازیافت برای تولید شن و ماسه، آجر و نیز به‌صورت خاک قابل زراعت قابل استفاده می شوند[17]. بتن می‌تواند به‌عنوان سنگدانه با کیفیت خوب بازیافت شود. اگرچه هزینه آن نسبتاً بالا است و مشکلات آلودگی در بردارد. ساختمان چوبی اغلب به‌عنوان بهترین گزینه محیطی مورد توجه قرار می‌گیرد، اما به‌علت خطر آتش‌سوزی و عوامل جوی، در مجموع در اقلیم اصفهان توصیه نمی‌شود. آجر در طول عمر ساختمان به سهولت تعمیر و در پایان به‌آسانی بازیافت می‌شود، اما اگر اتصال قوی به ملات آهکی داشته باشد، فقط می‌تواند به‌عنوان سنگدانه کم‌ارزش بازیافت شود. گزینه دیگر روش لوگو است. "در روش لوگو (تجربه کشورهای صنعتی)، قطعات به‌راحتی جاگذاری یا از محل اجرا جدا می‌شوند. در ساختمان مسکونی بلوک‌های بتنی به‌صورت خشکه چیده می‌شوند و توسط تسمه‌های مخصوص فولادی نگهداری شده و توسط اجزای سازه‌ای به یکدیگر محکم می‌شوند" [16].

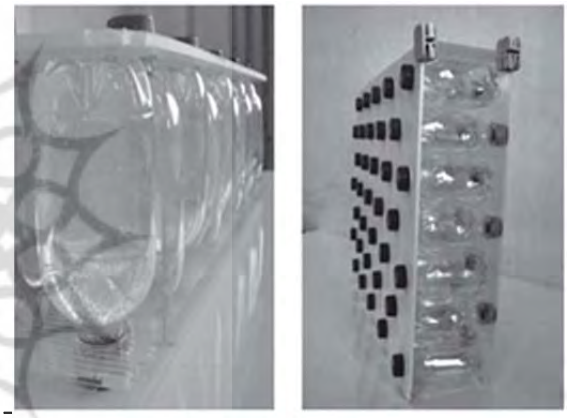
مصالح ارگانیک سالم

فرآورده‌های خاکی: بلوک‌های خاکی، آجرهای خشک‌شده در آفتاب و اندودهای گلی، مصالحی غیرسمی با انرژی تولید بسیارکم و عمرمفید طولانی هستند.
سنگ: دوام و ظرفیت گرمایی بالایی دارد، به‌ندرت سبب مشکلات بهداشتی شده و به‌آسانی بازیافت می‌شود.
چوب: کاربرد چوب نرم رایج‌تر است، اما ممکن است به تدابیر شیمیایی نیاز داشته و آلودگی آن را افزایش دهد.
ملات‌های آهکی: اگر در کارهای آجری یا بلوکی استفاده شود، آنها را قابل بازیافت و استفاده مجدد می‌کند.
عایق آلی: برخلاف عایق کارخانه‌ای، عایق آلی سمی نبوده و برای اوزون ضرر ندارد (الیاف سلولزی، گیاهی و پشم گوسفند).
رنگ‌های آب‌پایه: رنگ‌های نفت‌پایه کاملاً سمی هستند.

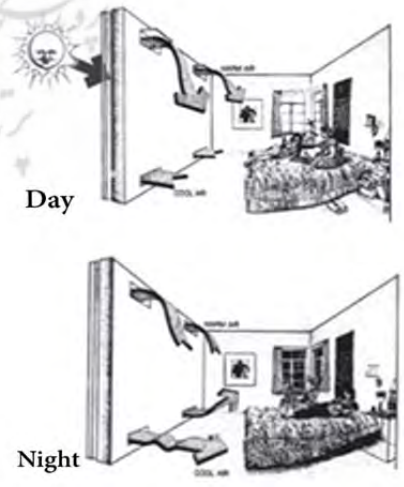
کاربرد زباله‌های ماندگار به‌عنوان مصالح

به گزارش سلامت نیوز به نقل از ایرنا، تقریبا ۱۶% وزن زباله‌ها پلاستیک است که حجم زیادی (حدود ۳۵ تا ۴۰% حجم زباله) را اشغال می‌کند. بازیافت موجب بازیابی مواد خام می‌شود و می‌تواند در ساخت دوباره آنها به کار آید؛ در حالی که با سوزاندن هر بطری نوشابه خانواده، ۵۷ ماده شیمیایی وارد هوا می‌شود. در انتخاب مصالح ساختمان از زباله‌های شهری، استفاده از زباله‌های تجزیه‌ناپذیر نسبت به زباله‌های بازیافتی ارجحیت دارد. *خلیلی* و همکاران[2] در سال ۱۳۸۹ در طرح خود استفاده از انرژی خورشیدی به‌صورت غیرفعال را در کنار کاربرد بطری‌های پلاستیکی و توجه به

عایق‌بودن صوتی و حرارتی جداره‌های ساختمان مطرح کرده‌اند (شکل ۵). در این طرح، جداره به مثابه دیواره ذخیره آبی عمل می‌کند. این جداره صرفاً جداکننده است. بطری‌ها برای ذخیره انرژی خورشید از آب پرشده و بین دوجدار محصور هستند. جدار خارجی، پلی‌کربنات دو جداره شفاف مشهور به آیداپلاست و جدار داخلی کدر است. پرده‌ای برزنتی که لایه داخلی آن منعکس‌کننده است، روی لایه شفاف برای جلوگیری از اتلاف گرما قرار دارد. این دیوار در زمستان در روز انرژی خورشیدی را جذب و در شب با گستراندن پرده برزنتی،گرمای ذخیره‌شده را به داخل منتقل می‌کند. در تابستان در روز پرده برزنتی، دیوار را از تابش آفتاب محفوظ می‌دارد و در شب با برداشتن پرده، این گرما به محیط خارج داده می‌شود (شکل ۶). اگر بطری‌ها خالی باشد، لایه محبوس هوا، عایق حرارتی خواهد بود و اگر با پرکننده با ظرفیت حرارتی بالا نظیر آب پر شود، دیواره ذخیره حرارتی خواهیم داشت[2]. ورق پلی‌کربنات دوجداره با ویژگی‌های برتر نسبت به شیشه مانند سبکی و مقاومت بیشتر، شکل‌پذیر و قابل بازیافت‌بودن، در نورگیرها، گلخانه‌ها، سقف‌های کاذب و دیوارهای جداکننده شفاف قابل استفاده است. با عدم عبور اشعه فرابنفش از خود، باعث عدم تغییر رنگ بطری‌های پلاستیکی و ماندگاری آنها می‌شود.



شکل ۵) دیوار انباره حرارتی آبی با استفاده از بطری‌های پلاستیکی[2]



شکل ۶) عملکرد شبانه‌روز دیوار آبی[2]

توصیه‌هایی در انتخاب مصالح هماهنگ با طراحی پایدار

آجر و بلوک: استفاده از آجرهای حاصل از تخریب بنای قبلی، توجه به مشخصات فنی بلوک‌های سیمانی در استفاده از دانه‌بندی‌های بازیافتی، استفاده از قطعات ساندویچی با پلی‌استایرین برای بهبود ضریب هدایت حرارتی بلوک‌ها

چوب: عدم استفاده از چوب گونه‌های در حال انقراض، استفاده از چوب‌های چندلایی که در آنها از دورریزها استفاده شده (مانند تخته‌های فیبری از بازمانده کشاورزی یا کاغذ روزنامه)

مصالح فلزی: پرداخت فلزات همچون چکشی‌کردن، ماسه‌پاشی و صیقلی‌کردن به‌جای روکش، در صورت امکان

بتن: استفاده از بتن بازیافت‌شده برای زیرسازی

مصالح نازک‌کاری: کفسازی چوبی بازیابی‌شده یا کفسازی‌هایی که از چوب‌های بازیابی‌شده به دست آمده‌اند (کفسازی‌های بسیار محکم بامبو)، گیاه بامبو با رشد سریع به حداقل کود و سم نیاز دارد. گچ به‌کاررفته در تخته‌های گچی در طبیعت فراوان یافت می‌شود. روکش تخته‌های گچی معمولاً ۱۰۰% از روزنامه‌های بازیافتی هستند.

مصالح عایق بندی حرارتی: پشم سنگ و شیشه فاقد فرم‌آلدئید، استفاده از ایزولاسیون سلولزی که از ۷۵ تا ۸۵% کاغذ روزنامه و ۲۰% مواد افزودنی برای ضدآتش‌شدن آن است[16].

از محدودیت‌های پژوهش حاضر، کمبود مطالعات در ایران در زمینه انعکاس جنبه‌های زیبایی‌شناختی در معماری پایدار مدرن با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف انرژی است. همچنین بسیاری از پروژه‌های خارجی با کاربرد مصالح بازیافتی، مفاهیم زیبایی‌شناختی را نادیده گرفته‌اند. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی در این زمینه راهکارهای دیگری علاوه بر کاربرد گیاهان در معماری بررسی شوند.

نتیجه‌گیری

طراحی سبز و پایدار بر سه نکته اساسی شامل کیفیت‌گرایی، توجه به محیط و توجه به آینده اشاره دارد. معماری سبز، از طریق حداکثر استفاده از شرایط مطلوب طبیعی و محافظت از ساختمان در برابر شرایط نامطلوب، انرژی مورد نیاز گرمایش و سرمایش را به حداقل رسانده، بخشی را از طریق طبیعی تامین و آسایش را به نحو مطلوب در فضا ایجاد می‌کند. پیوند ساکنان با محیط طبیعی از طریق دید و منظر مناسب، نور طبیعی و پوشش گیاهی در محدوده فعالیتشان نیز از راهکارها است. امکان کنترل محیط داخلی توسط کاربران نیز موجب افزایش آسایش، رضایت و انعطاف در مقابل تغییرات شرایط محیطی می‌شود. با توجه به اقلیم اصفهان و مصرف زیاد انرژی، لازم است رفتارهای تامین کننده نیازهای انسانی در جهت تحقق اهداف پایداری، توسط راهبردهای انگیزشی مناسب، شکل گیرند. در حین بهره‌برداری، دو راهبرد "آموزش" و "مدیریت منابع" مطرح می‌شوند که شرح هر یک داده شد.

نگرش اصلی این پژوهش به معماری سبز، تولیدگرایی به‌جای مصرف‌گرایی بوده و ترویج کشاورزی شهری را به‌منظور خودکفایی مجموعه‌های مسکونی توصیه می‌کند. با به‌کارگیری منابع انرژی تجدیدپذیر، مسکن سبز می‌تواند آب مصرفی خود را تهیه و بازیافت نماید. انرژی خورشیدی می‌تواند برای گرمایش، تهویه، روشنایی، گرم‌کردن آب و تولید برق به کار رود. پمپ‌های باد، برای تولید برق، تصفیه و پمپاژ آب هستند. انرژی زمین‌گرمایی می‌تواند به‌عنوان مخزنی گرمایی برای جذب و دفع گرما باشد. پیل‌های سوختی برق پاک تولید نموده و فناوری تراشه چوب و زیست‌توده انرژی گرمایی تولید می‌کنند. در الگوی مسکن پایدار، مواردی که موجب کاهش مصرف انرژی می‌شوند شامل فرم متراکم، طبقات باریک کمتر از ۱۵متر با حیاط مرکزی، ارتفاع کم بنا (۱۰ تا ۱۲متر)، عایق‌کاری

طبقات بالا، طراحی مناسب سایبان‌ها و بازشوها، تهویه طبیعی، جانمایی مناسب فضاهای داخلی، کنترل سیستم گرمایش، سرمایش، روشنایی و غیره هستند که جزییات هر یک توضیح داده شد. جهت‌گیری بهینه ساختمان (با توجه به رون اصفهان با ۳۰° انحراف به شرق)، ۲۵°-۳۵° شرقی بوده؛ بنابراین کشیدگی پلان، شرقی- غربی توصیه می‌شود. در مسکن سبز، مصالح باید ظرفیت گرمایی زیاد، وزن کم، قابلیت استفاده مجدد یا تجزیه و تامین‌کننده آسایش باشند. مصالح بازیافتی و استفاده مجدد زباله گزینه‌های مناسب طراحی سبز هستند.

بهره‌گیری از تجربیات گذشتگان، راهگشای دستیابی به طراحی پایدار خواهد بود، می‌توان با به‌روزنمودن این راهکار فراموش‌شده، که در طی مقاله شرح داده شد، تا حد بسیاری از مشکلات موجود کاست. توجهی شایسته به این موارد، مسیری به سوی معماری انسانی پاسخ‌ده‌تر به محیط و غنی‌تر است که بازدهی انرژی را در پی دارد. حال پرسشی مطرح می‌شود که چگونه می‌توان مفاهیم زیبایی‌شناختی را در معماری پایدار با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف انرژی، متجلی ساخت؟ و آیا علاوه بر کاربرد گیاهان در معماری، راهکارهای دیگری وجود دارد؟

تشکر و قدردانی: بدین‌وسیله از اساتید محترم راهنما و مشاور خود در دانشگاه‌های آزاد اصفهان (خوراسگان) و شهید بهشتی تهران، همچنین سرکار خانم دکتر *مریم قاسمی* برای یاری بی‌دریغشان صمیمانه قدردانی می‌شود. این پژوهش تقدیم به فرشتگانی که لحظات نابِ باورِ بودن، لذتِ دانستن، جسارتِ خواستن، عظمتِ رسیدن و تمام تجربه‌های یگانه و زیبای زندگیم، مدیون حضور سبز آنها است؛ پدر، مادر و همسر عزیزم.

تاییدیه‌اخلاقی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشد.

تعارض منافع: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشد.

سهم نویسندگان: فروغ‌السادات میرمعصومی (نویسنده اول)، نگارنده مقاله/روش‌شناس/پژوهشگر اصلی (۸۰%)؛ مرتضی صلواتی (نویسنده دوم)، روش‌شناس/پژوهشگر کمکی (۱۰%)؛ فرهاد احمدی (نویسنده سوم)، روش‌شناس/پژوهشگر کمکی (۱۰%)

منابع مالی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشد.

منابع

1- Edwards B. Rough guide to sustainability: A design primer. 2nd Edition. Shahrouz Tehrani I, translator. Tehran: Mehrazan; 2010. [Persian]

2- Khalili M, Mashhadi Bagher Moakhar H, Ghiabaklou Z. Designig heat capacitor wall with indissoluble garbage. Soffeh. 2010;20(50):77-84. [Persian]

3- Sajjadi Ghaem Maghami PS, Poordeihimi Sh, Zarghami E. Principles of social sustainability in residential complexes, from the perspective of Iranian experts. Soffeh. 2011;20(51):75-87. [Persian]

4- Lang J. Creating architectural theory: The role of the behavioral sciences in environmental design. Einifar AR, translator. Tehran: University of Tehran; 2002. p. 25. [Persian]

5- Daneshpour SA, Mahdavinia M, Ghiaei MM. The role of environmental psychology in high-rise buildings based on sustainable architecture attitude. Hoviateshahr. 2010;3(5):29-38. [Persian]

6- Iran Ministry of Roads & Urban Development. Section 19: Savings in energy consumption. 7th Edition. Tehran: Tose'e Iran; 2009. [Persian]

7- Mellatparast M. The study of sustainable architecture in desert cities. Armanshahr. 2010;2(3):121-8. [Persian]

8- Wener R, Carmalt H. Environmental psychology and sustainability in high-rise structures. Technol Soc. 2006;28(1-2):157-67.

9- Soflaee F. A research on the concepts and experiences of sustainable architecture. Abadi. 2004;(42):62-7. [Persian]

10- Golkar K. Sustainable urban design within desert-fringe cities. Honar Ha Ye Ziba. 2001;8:43-52.

11- Khalili M, Amindeldar S. Traditional solutions in low energy buildings of hot-arid regions of Iran. Sustainable Cities and Society. 2014;13:171-81.

12- Mirmasoumi's FMA. Designing of green residential complex in Esfahan [Dissertation]. Khorasgan: Islamic Azad University of Isfahan (Khorasgan); 2013.

13- Barzegar Z, Mofidi Shemirani SM. Utilization of Earth Mass in World Vernacular Architecture: As a Technique of Passive Cooling in the Buildings. Bagh-I-Nazar. 2011;7(15):13-26. [Persian]

14- Motalebi Gh. Environmental psychology: New knowledge in the service of architecture and urban. Honar Ha Ye Ziba. 2002;10:52-67. [Persian]

15- Velarde MD, Fry G, Tveit M. Health effects of viewing landscapes - landscape types in environmental psychology. Urban For Urban Green. 2007;6(4):199-212.

16- Foroutani S. Construction materials and building. Tehran: Rozaneh; 2010. p. 30. [Persian]

17- Past V, YaghmaeianK, Nabizadeh Nodehi R, Dehghani MH, Momeni M, Naderi M. Selection of the best management method for construction and demolition waste disposal in Tehran with the view of sustainable development based on analytical hierarchy process (AHP). Iran J Health Environ. 2017;10(2):259-70.

18- Sadeghipey N. Deliberation on domestic rural building's materials. Hous rural environ. 2012;31(139):17-32. [Persian]