

توسعه بام سبز در طراحی فضاهای شهری پایدار با ارائه راهکارها و پیشنهادات، نمونه موردی: باغ - مدرسه ها

حمید ماجدی - دانشیار و رییس دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
فریال سادات سیادتی* - کارشناس ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شرق، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تهران، ایران.

Green roof development in sustainable urban design solutions and suggestions, case study: Garden - School

چکیده

Abstract

The use of green roofs in architecture and town planning is an important consideration. The use of green roofs and facades covered in most European countries and America States has grown substantially. The main reasons for the addition of architectural aesthetics topics, respond to factors such as insulation (heat, moisture and sound) Natural building, the use of dead space in the roof to create a pleasant atmosphere and the creation of eye-catching facade combined with the nature of man, helping to reduce atmospheric pollution and increasing the proportion of oxygen in the air, and so on. On the other hand, a lead to increased stability of buildings with green roofs and rain is torrential rains and management. Most developed countries have taken steps in this direction; the need to be inclusive of interest in this issue. In this paper, a method of logical analysis and documentation to evaluate and develop solutions Green roofs in the garden of urban spaces, especially - School discussed. In the end, several strategies have been discussed in this context.

Keywords: sustainable development, green roofs, environment, strategies and recommendations.

امروزه بکارگیری بامهای سبز در طراحی معماری و شهر مورد توجه ویژه ای قرار گرفته است؛ چنانچه استفاده از پوشش سبز در بام و نمای ساختمان در اکثر کشورهای اروپایی و ایالات آمریکا رشد چشمگیری داشته که دلایل عمده آن علاوه از مبحث زیبایی شناسی معمارانه، پاسخگویی به عواملی همچون عایق سازی طبیعی ساختمان (حرارتی، رطوبتی و صوتی)، استفاده از فضای مرده بام در جهت خلق فضای دلپذیر و خلق سطوح چشم نواز در نما، تلفیق ساختار مصنوع با طبیعت، کمک به کاهش آلودگی های جوی و افزایش نسبت اکسیژن هوا و غیره می باشد. از طرفی طراحی ساختمان با بام سبز منجر به افزایش پایداری و مدیریت صحیح بارانهای سیل آسا و آب باران می گردد. اکثر کشورهای توسعه یافته در این راستا در این راه قدم نهاده اند که لازم است تا در ایران نیز این موضوع مورد توجه فراگیرتری قرار گیرد. در این مقاله با روش تحلیل منطقی و روش اسنادی به بررسی و ارائه راهکارهای توسعه بامهای سبز در فضاهای شهری خاصه در باغ - مدرسه ها پرداخته شده و در پایان راهکارهایی چند در این رابطه مورد اشاره قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: توسعه پایدار، بام سبز، محیط زیست، راهکارها و پیشنهادات.

* نویسنده مسؤل مکاتبات، شماره تماس: ۳۳۵۹۴۹۵۰، رایانامه: archi.2010@yahoo.com

این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده استخراج شده است که از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود تشکر و قدردانی می گردد.

مقدمه

از اوایل دهه شصت میلادی و با مورد توجه قرار گرفتن «کیفیت محیط زیست» در بافت شهری و چالش‌های زیست محیطی شهرهای بزرگ از قبیل آلودگی هوا، کمبود فضای سبز شهری به خصوص در مناطق مرکزی شهر، ظهور پدیده «جزیره گرمایی شهری و بحران انرژی»، موج جدید رویکرد به بام‌های سبز، در مفهوم جدید، به دلیل مزایای زیست محیطی و به عنوان راه حل اکولوژیک از اروپای شمالی آغاز شد، و خیلی زود جای خود را در اغلب کشورهای اروپایی باز کرد. در این میان کشورهای آلمان، سوییس، فرانسه و اتریش در مقایسه با دیگر کشورهای اروپایی پیشروتر بودند و فعالیت‌های گسترده تری را در این زمینه آغاز کردند. در آلمان دهه هشتاد میلادی، گسترش کمی بام‌های سبز در مقیاس شهری دیده می‌شود، به نحوی که رشد سالیانه آن به ۱۵ الی ۲۰ درصد می‌رسد. تنها در سال ۱۹۹۶ میلادی ده میلیون مترمربع بام سبز در آلمان احداث شد. سهم زیادی از این رشد رو به افزایش مدیون قوانین تصویب شده توسط دولت و تخصیص یارانه‌های شهرداری‌ها برای احداث بام سبز بود. بام سبز یکی از رویکردهای نوین معماری و شهرسازی و برخاسته از مفاهیم «توسعه پایدار» است که از آن می‌توان در جهت افزایش سرانه فضای سبز، ارتقای کیفیت محیط‌زیست و توسعه پایدار شهری بهره برد. استفاده کاربردی از بام‌ها می‌تواند به عنوان امکان بهره‌برداری بهینه از زمین‌های شهری قلمداد شود (سازمان پارکها و فضای سبز شهرداری تهران، ۱۳۸۹). «تکنولوژی بام سبز» یکی از شاخه‌های معماری پایدار محسوب می‌شود که امروزه در بسیاری از کشورهای توسعه یافته مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع با توجه به سیاست‌های فرهنگی و زیست محیطی این کشورها جایگاه این تکنولوژی مشخص شده و مورد حمایت همه گروه‌ها قرار گرفته و تهمیدات لازم برای پشتیبانی از هزینه‌های اولیه ساخت آن

توسط دولت در نظر گرفته شده و همچنین با توجه به مشکلات زیست محیطی، فرهنگ استفاده از ابزارهای معماری پایدار توسط مردم این کشورها درک شده و به صورت یک دستورالعمل اجرایی در ساختمان‌سازی درآمده است. اگرچه بام‌های سبز در کشورهای اروپایی تبدیل به جزء معمول و تاحدی ضروری ساختمان‌ها شده و در کشورهای آسیای شرقی و آمریکای شمالی هم به عنوان عنصری جدید و در حال رشد پدیدار شده‌اند، در بسیاری از کشورها همانند ایران همچنان عنصری ناشناخته و غریب محسوب می‌شود. در ایران اگرچه در گذشته شاهد انجام برخی پروژه‌ها در این زمینه بوده‌ایم از جمله ساختمان آ-اس-پ و برج مسکونی نیاوران در تهران؛ اما به طور مستمر توسعه نیافته‌اند (انصاری و کشتکار، ۱۳۸۵). در هر حال در نمونه‌های ذکر شده؛ شهر تهران، مشکل اصلی، طراحی و ایجاد فضای سبز با نقش تزئینی و غیرساختاری را دارد (شرقی و محتشمی، ۱۳۸۶). ضرورت بررسی بام‌های سبز با توجه به موضوعات محیط‌زیستی در معماری و شهرسازی از اهمیت ویژه‌ای در راستای ارتقای کیفیت محیط‌زیست و توسعه پایدار شهری برخوردار است. براساس سیاست‌های کاهش آثار نامطلوب شهرسازی بر محیط‌زیست، با هدایت این فعالیت‌ها از طریق ارتقاء آگاهی از هزینه‌های متفاوت استقرار بام‌های سبز بر پایه نوع، مصالح و محیط به بام‌های معمولی، می‌توان تا اندازه‌ای در بهبود وضعیت محیط‌زیست موثر واقع شد (نهرلی و همکاران، ۱۳۹۰).

از سویی دیگر، طبق آمار سال ۲۰۰۶ میلادی، بیش از ۷۵ شهرداری اروپایی، برای بام‌های سبز و گسترش کمی آن در سطح شهری برنامه ریزی مدونی داشته و اجرای بام‌های سبز در آن شهرها به صورت دستورالعمل اجرایی درآمده است. دهه هفتاد میلادی، قاره آمریکا با یک دهه تاخیر نسبت به قاره اروپا، علاقه مند و کنجکاو این فناوری جدید شد، چنانچه امروزه بام سبز در برنامه ریزی شهری

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۳۸ بهار ۹۴
No.38 Spring 2015

۲۱۶

شمال آمریکا در مناطقی مانند شیکاگو، پورتلند، اورگن و تورنتوی کانادا به صورت دستورات عملی‌های اجرایی در آمده است. جهان امروز از قاره اروپا و آمریکا تا آسیا و حتی آفریقا شاهد افزایش روزافزون شهرهایی است که در راستای گسترش بام‌های سبز در مقیاس شهری تلاش می‌کنند. در این راستا در کشور ما که بخش عمده آن در اقلیم گرم و خشک واقع شده است و در رابطه با کلان شهرها که از یک سو با آلودگی‌های زیست محیطی همچون آلودگی هوا، آلودگی‌های ناشی از فاضلاب شهری، آلودگی صوتی و آلودگی آب‌های سطحی مواجه هستند و از سوی دیگر به دلیل وجود جزایر گرمایی شهری و افزایش دما در مراکز شهری به دلیل رشد غیراستاندارد و نامحدود بافت‌های شهری که با افزایش مصرف بی‌رویه انرژی‌های فسیلی توأم است، می‌توان از بام سبز به عنوان راهکاری مناسب برای ارتقاء کیفیت زیست محیطی و پایداری هرچه بیشتر معماری و شهرسازی استفاده نمود. با توجه به مسائلی که به آن اشاره شد و همچنین محدودیت زمین و نیاز به فضای سبز، بام‌های سبز به عنوان راهکاری مؤثر در پایداری هرچه بیشتر شهرهای ایران مورد مطالعه و اجرا قرار گیرد. بدین منظور در این تحقیق ابتدا به ماهیت بام‌های سبز و منافع استفاده از این عناصر پرداخته شده است، سپس به سیاست‌های توسعه بام‌های سبز و موانع و محدودیت‌های توسعه کاربردی آنها بالاخص در باغ-مدرسه‌ها پرداخته شده است. در انتها نیز نتیجه‌گیری و جمع‌بندی لازم انجام گرفته و راهکارهایی چند در زمینه گسترش میزان کاربرد آنها در سطوح فضاهای شهری مورد اشاره قرار گرفته است.

روش تحقیق

این تحقیق از لحاظ ماهیت رویکرد «سیاستی-کاربردی» دارد؛ لذا از «روش تحلیل منطقی» در فرآیند بررسی مبانی استفاده شده و «روش توصیفی-تحلیلی» نیز در بستر «روش اسنادی»

برای مطالعه مبانی نظری موردنظر بوده است. ابزار گردآوری داده‌ها نیز «مطالعات کتابخانه و رجوع به منابع مطالعاتی» در این زمینه با استفاده از «تکنیک فیش برداری و اسنادی» بوده است.

پیشینه و ادبیات تحقیق

مشخص نیست که ایده اصلی چنین طرحی منصوب به چه کسی و به کدامین دوره باز می‌گردد. شاید این ایده از توصیف باغ‌های معلق بابل (عراق) نشأت گرفته شده باشد؛ باغهایی که در هوا معلق نبوده بلکه در واقع روی بام‌ها و مهتابی‌های چند ساختمان قرار داشتند. این باغ در سال ۶۰۰ قبل از میلاد به دستور بخت نصر برای همسرش که شاهزاده خانمی از ماد و دلتنگ کوهها و سبزی و خرمی زادگاهش بود، ساخته شد. بخت نصر دستور داد کوهی بسیار بزرگ با ابعاد عجیب بسازند. این کوه در واقع ساختمانی چهارگوش با ارتفاع ۱۲۰ متر بود که ۵ بام داشت و هریک بر ستون‌هایی بنا شده بود که در آنها انبوهی از چمن، گل و درخت میوه کاشته شده و توسط تلمبه‌های آبی، آبیاری می‌شدند. به هر تقدیر و سوای اینکه فلسفه چنین طرحی از کجا ناشی شده، سیستم بام سبز زمانی بوجود آمد که طرح یک فضای سبز بر روی سازه بام اجرا گردید. بام سبز در واقع بامی است که بر روی سطح آن گیاهان رشد می‌کنند. تنوع گیاهی چنین ساختاری می‌تواند از بام پوشیده از چمن مصنوعی تا باغ بامی باشد که با گیاهان مورد استفاده در طراحی منظر پوشیده شده است. با شروع انقلاب صنعتی مهاجران زیادی از نقاط روستایی به شهرهایی مثل منچستر، لندن و غیره وارد شدند. در این مقطع کمبود شدیدی در عرضه مسکن و خدمات به وجود آمد و برخی از مهاجران در واحدهای مسکونی با کیفیت پایین و فاقد هرگونه امکانات بهداشتی ساکن شدند. «انگلس» در توصیف این شرایط عنوان می‌کند: «هریک از خانه‌های محقر که حداقل دارای ۲ اتاق کوچک و یک زیر شیروانی و در بهترین حالت یک زیرزمین می‌باشد،

به طور متوسط ۲۰ نفر زندگی می کنند. چه بگویم وقتی که در تمام محله یک توالی عمومی برای ۱۲۰ نفر وجود دارد که اکثر اوقات غیر قابل استفاده است.» از سویی دیگر، از سالهای نخستین دهه ۱۹۶۰ تأثیرات منفی توسعه بر محیط زیست مورد توجه قرار گرفت. از جمله می توان به کتاب «بهار خاموش» نوشته «راشل کارسون» زیست شناس آمریکایی اشاره کرد که نسبت به ظرفیت محدود محیط برای جذب مواد شیمیایی و خطرات ناشی از آن هشدار داده و عزم جهانی برای حفاظت از محیط زیست را خواستار شد. در سال ۱۹۶۸ شاهد بوجود آمدن «کلوپ رم» هستیم که هدف آنها ایجاد درک کلی از مساله دار بودن محیط زیست جهان بود. آنها نخستین شبیه سازی کامپیوتری از تأثیرات محیطی تولیدات صنعتی، رشد جمعیت، و مصرف مواد طبیعی را انجام دادند. انتشار کتاب «محدودیت رشد» در سال ۱۹۷۱ که چهار میلیون نسخه از آن طی چهار سال به فروش رفت، باعث ارتقاء آگاهیهای عموم گردید. دغدغه های زیست محیطی موجب برگزاری «کنفرانس ملل متحد در استکهلم» در سال ۱۹۷۲ گردید. در واقع به دنبال طرح مسائل جدی محیط زیست، نظیر آلودگی هوا و صدای ناشی از تمرکز صنایع و وسایل نقلیه موتوری توسعه بی رویه و نامحدود شهرها بصورت

افقی و عمودی و جنگل زدایی و افزایش نابودی گونه ها، تولید بی سابقه مواد زائد، پدیدار شدن اثرات گلخانه ای و جزایر حرارتی، افزایش دمای کره زمین و غیره که همه در نتیجه انقلاب صنعتی و توسعه صنعت بود. سازمانهای رسمی نیز در مقام پاسخگویی در قبال مسائل مطرح شده برآمدند؛ بدین ترتیب بحث پایداری در قالب توسعه پایدار در سال ۱۹۸۷ از طریق گزارش موسوم به «گزارش برانت لند» تحت عنوان «آینده مشترک»، توسط «کمسیون جهانی محیط زیست و توسعه» بطور رسمی در دستور کار سیاسی قرار گرفت. همچنین در سال ۱۹۹۲ در «اجلاس سازمان ملل» در شهر «ریودوژانیرو» تحت عنوان «اجلاس سران زمین» سندی در همین رابطه توسط ۱۸۷ کشور به امضاء رسید که به عنوان «دستور کار ۲۱» انتشار یافت. بر طبق سند مزبور تمام کشورها مکلف به تدوین برنامه های استراتژیک و عملی جهت اجرای مفاد دستور کار ۲۱ در مقیاس ملی کشور خود تحت عنوان دستور کار ۲۱ محلی گردیدند. برنامه اجرایی مطرح شده در دستور کار ۲۱ شامل موارد زیر می باشد:

۱. نیاز به حفاظت زیستی محیطی از آب و خاک و تنوع زیستی که حیات به آنها وابسته است؛
۲. نیاز به توسعه اقتصادی برای غلبه بر فقر؛ و

جدول ۱. مدلها و الزامات توسعه پایدار؛ ماخذ: بمانیان و محمودی نژاد، ۱۳۸۹.

مردم می بایستی در مرکز توجه قرار گیرند. حفاظت از محیط زیست جنبه حیاتی دارد ولی به تنهایی هدف نیست بلکه مانند رشد اقتصادی تنها یک وسیله است.
مدلهای توسعه می بایستی بر اساس فناوری سازگار با محیط زیست باشد.
بایستی با انگیزه قوی ارزش درست محیط زیست را در تمام فرآیندهای تصمیم گیری انعکاس داد.
مدلهای توسعه پایدار بایستی مبتنی بر زمینه سازی مشارکت همگانی و التفات به وضع جامعه باشد.

۳. نیاز به عدالت اجتماعی و تنوع فرهنگی در جهت آنکه اجتماعات محلی در بیان ارزشهایشان برای حل مسائل توانمند گردند.

مفهوم توسعه پایدار نیز انجام سرمایه گذاری کافی در زمینه آموزش، بهداشت اجتماعی و انرژی است؛ بطوری که بدهی اجتماعی برای نسل آینده بوجود نیاید. از این بستر توسعه پایدار تنها بر جنبه محیط زیست نظر ندارد و تمامی زمینه های زندگی انسان را در بر می گیرد که می بایست در راستای تحقق آن تغییرات اساسی در سیاستهای ملی و بین المللی صورت گیرد. مدل های توسعه پایدار می بایستی بر چهار اصل بنیان یابند تا امکان رفاه و رضایت اجتماعی و بهبودی زندگی جمعی امکان پذیر گردد. در جدول ۱ به این اصول اشاره شده است.

در سه دهه اخیر نیز، بحث درباره چگونگی پایدار بودن تمامی تولیدات، مجموعه ای از تعریفها را ایجاد کرده است. میزان وسیعی از گروهها (بخشی از دولت های ملی تا سازمان های بین المللی) با این مفهوم هماهنگ شده اند و آن را در همکاری ها و فعالیت هایشان وارد کرده اند؛ برای مثال در دولت انگلیس استراتژی توسعه پایدار این گونه تعریف می شود: «یک مفهوم ساده از تضمین زندگی با کیفیت بهتر برای هر کسی که در حال یا در آینده زندگی خواهد کرد» (1999, DETR). این استراتژی تأکید می کند که ابزار توسعه پایدار در جهان و انگلیس شامل چهار موضوع است:

۱. پیشرفت اجتماعی که به عنوان نیاز برای هر شخصی تلقی می شود؛
۲. حفاظت مؤثر از محیط زیست؛
۳. استفاده محاطانه از منابع طبیعی؛ و
۴. دستیابی و حفظ سطوح بالای رشد اقتصادی و اشتغال.

مفهوم توسعه پایدار تحولی در بخش تجاری بوجود آورد. در سه دهه اخیر یافته ها و مقبولیت توسعه پایدار در بخش تجاری رشد قابل ملاحظه ای داشته است. بسیاری از کمپانی های در حال پیشرفت، شروع

به تزریق پایداری در استراتژی ها و فعالیت های خود نموده اند. این طرز فکر برای مثال بعد از کنفرانس جهانی تجارت برای توسعه پایدار (WBCSD) منجر به یک ائتلاف وسیع از ۱۶۵ کمپانی بین المللی برای تدوین یک میثاق نامه مشترک برای توسعه پایدار از طریق سه اصل رشد اقتصادی، تعادل اکولوژیکی و پیشرفت و ترقی اجتماعی گردید (اگرچه همه اجزاء شرکت کننده موارد تصویب شده زیست محیطی را سرمشق فعالیت ها و برنامه های خود قرار ندادند)؛ بسیاری از سازمان های حرفه ای شامل انجمن های علمی و مهندسی توسعه پایدار را در تبلیغات و قوانین خود دخیل کرده اند. یکی از مهمترین مؤثرترین تعاریف در این زمینه از «استراتژی برای حیات پایدار» گرفته شده است. تعریف دیگری که از تلفیق نظریات و مکتوبات UNEP، اتحادیه بین المللی برای حفظ طبیعت (IUCN) و WWF که برای توسعه پایدار آمده عبارت است از:

- ۱- «بهبود کیفیت زندگی در کنار حفظ ظرفیت حاصل اکوسیستم های حمایت کننده» و
- ۲- در یک شباهت جزئی «علمی برای پایداری جهانی» می باشد.

مجموعه دانشمندان فعال در این زمینه نیز بیان می کنند که بشر می بایست در محدودیت سیستم های طبیعی زندگی کردن را بیاموزد در حالی که به یک تضمین از استانداردهای کافی و مناسب برای همه افراد وجود داشته باشد. بر اساس کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه، موضوعات اساسی توسعه شامل «جمعیت و توسعه، امنیت غذایی، تنوع حیات گونه ها و محیط زیست، انرژی، صنعت و چالشهای شهری» می گردد. بر این اساس کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه، توسعه پایدار را الگویی از توسعه می داند که نیازهای بشری را بدون از بین بردن توانایی نسل های آینده تعریف می کند. بدون شک توسعه پایدار و خاصه توسعه پایدار در ساختار شهری و در قالب مفاهیمی همچون طراحی شهری و معماری پایدار، جز از طریق بهبود

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۳۸ بهار ۹۴
No.38 Spring 2015

۲۱۹

کیفیت زندگی شهری و افزایش رفاه شهروندی ممکن نخواهد شد. پیشینه تحقیق نشان می دهد تاکنون ۴۰۰ شاخص برای توسعه پایدار تعریف شده است که بیشتر آنها در راستای طرح های پیشنهادی سازمان ملل در رابطه با توسعه پایدار می باشد.

معرف ها و شاخص های پایداری

«مولدان و ببلهارز» (۱۳۸۱) معتقدند که برای اینکه بتوان توسعه را پایدار نامید، باید دارای چهار مشخصه باشد که عبارت است از: «بهره وری، عدالت، انعطاف پذیری و ثبات». «فرخلو و حسینی» (۱۳۸۵)، در تعریف شاخصهای توسعه پایدار شهری به محورهای جمعیت، موقعیت اقتصادی، تغییر اقلیم، کیفیت هوا، کیفیت آب طبیعی، جامعه باز، برنامه ریزی یکپارچه و واحد، توانایی و پتانسیل نوآوری و ابداع، پتانسیل و ظرفیت مربوط به زیرساخت منطقه، سرمایه اجتماعی، آموزش و امنیت اشاره می کنند. به هر ترتیب بطور کلی پایداری شهرها در چهار حوزه اصلی، اجتماعی (فرهنگی)، زیرساختها (کالبدی)، اقتصادی و زیست محیطی تعریف می شود. در حوزه اقتصادی و در جهت حفظ شرایط پایداری شهر در طول زمان از نظر اقتصادی شهرها نیاز خواهند داشت که در تدوین راهکارهای توسعه و زیرساخت های اقتصادی به گونه ای عمل نمایند که بتوانند بیشینه استفاده را از موقعیت ها و پتانسیل های خود در ابعاد مختلف محلی، ملی و بین المللی در جهت حفظ و تداوم کیفیت بیشتر زندگی ساکنانشان ببرند. هدف اصلی شهر در یک محیط رقابت جهانی باید بر دو نکته متمرکز شود:

۱. یکی حداکثر استفاده (البته به صورت پایدار) از پتانسیل ها و قابلیت های اقتصادی و
۲. دومی تاکید بر ایجاد فعالیت های اقتصادی متنوع در شهر، بدین جهت که شهر بتواند در مقابل نوسانات و اختلالات غیر منتظره محیط جهانی انعطاف پذیری و توان مقاومت لازم را داشته باشد. یکی از جنبه هایی که در حوزه تحقق توسعه پایدار پیگیری شده است، موضوع شبکه سازی

(networking) به ویژه توسط نهادها و سازمانهای غیردولتی است. شبکه ابزار نیرومندی برای گسترش و تعمیق فعالیت سازمانهای غیردولتی و نیز دولتی به حساب می آید. اگر نگاه دقیق تری بیندازیم در واقع جامعه ترکیبی از شبکه های متعدد زیر است که پیگیری رویکرد پایداری در آن ضرورت دارد: شبکه های میان سازمانها، شبکه درون سازمانی، شبکه های شخصی؛ شبکه های کامپیوتری و علاوه بر اینها شبکه های فرامرزی.

«مایکل هاگ» در کتاب «شکل شهر و فرآیند طبیعی: به سوی یک بوم شهری جدید» اصول طراحی شهری اکولوژیکی برای طراحی شهری پایدار را معرفی می کند که عبارتند از (Hough:1984 & Carmona:2003):

۱. «درک ارزش فرآیند و تغییر»: فرآیندهای طبیعی غیر ایستا هستند و تغییر اجتناب ناپذیر،
 ۲. «مفاهیم اقتصادی و اقتصاد ابزارها»: نتیجه گرفتن بی شمار از صرف تلاش و انرژی کمتر،
 ۳. «تنوع»: پایه ای برای سلامت اجتماعی و محیطی،
 ۴. «سواد محیطی»: پایه ای برای درک گسترده تر مسائل و مباحث اکولوژیکی،
 ۵. «ارتقاء محیط»: به عنوان یک نتیجه تغییر، نه به عنوان محدود کردن زیان و خسارت.
- «واتسن» نیز در مقاله «طراحی پایدار» در دستیابی به طراحی شهری پایدار را اینگونه توصیف می کند:
۱. «تنوع زیستی و یکپارچگی محیطی را حفظ می کند»؛
 ۲. «در سالم بودن هوا، آب و خاک مشارکت می کند»؛
 ۳. «طراحی یکپارچه که در طراحی و ساخت، شرایط اقلیم منطقه ای را انعکاس می دهد»؛
 ۴. «اثرات نامناسب کاربردهای انسانی را کاهش می دهد.» (Watson:2003:4,9)
- «نیروی ویژه مسائل شهری» (Urban Task Force) و «جنبش رشد هوشمند» (Smart growth) به روشنی اشاره کرده اند که نادیده انگاشتن ملاحظات

جدول ۲. ابعاد و شاخص های پیشنهادی پایداری؛ ماخذ: یافته های نگارندگان.

سازمان	بعد	شاخص
کمیته امور اجتماعی و اقتصادی سازمان ملل (سال ۲۰۰۰) (2009:69, Golusin)	اجتماعی	سواد، اشتغال، سلامت ذخایر آب، خانوار، کیفیت زندگی، میراث فرهنگی، توزیع درآمد و فقر، نرخ جرایم، جمعیت، دسترسی به منابع و غیره.
	اقتصادی	انرژی، مدل‌های تولید و هزینه، مدیریت پسماندها، حمل و نقل، معدن کاوی، ساختار اقتصادی و توسعه، تجارت، بهره‌وری
	محیطی	کیفیت و پاک‌ی آب، کشاورزی و آذوقه، شهرنشینی، اراضی ساحلی، وضعیت اکولوژیکی دریاها، ماهیگیری، آلودگی هوا، پایداری توربسم، پایداری مدیریت جنگل، تغییرات در استفاده از خاک
	نهادی و تشکیلاتی	همگرایی در سیاست‌گذاری، بازسازی ظرفیتها، دسترسی عموم به اطلاعات، قرارداد همکاریهای بین‌المللی، مشارکت عمومی، سازمان‌های قانونی و قانون‌گذاری
رهیافت‌های پیشنهادی توسعه پایدار (سازمان ملل) (سال ۲۰۰۲)	طبیعی	تعادل وابسته به آشناسی، کیفیت آب، کیفیت هوا، تغییرات پوشش گیاهی، استفاده از خاک، فرسایش، مراقبت از منظر طبیعی
	اجتماعی	سواد (سطح تحصیلات)، سلامتی (مرگ و میر کودکان)، مراقبت پزشکی، فقر، دسترسی به آب شرب، تاسیسات فاضلاب، دسترسی به برق
	اقتصادی	اشتغال، تولید ناخالص، ارزیابی محیطی
OECD (۱۹۹۶)	جمعیت و مهاجرت	تراکم، تغییرات، ساختار، خانوار، جامعه
	برابری و رفاه اجتماعی	درآمد، مسکن، سود، سلامتی، امنیت
	عملکرد و ساختار اقتصادی	نیروی کار، اشتغال، تولیدات، سرمایه‌گذاری
	پایداری و محیط	توپوگرافی و اقلیم، تغییر کاربری اراضی، محل سکونت و نوع آن، خاک و آب، کیفیت هوا
(1997) UN/PCSD	اجتماعی	مقابله با فقر، ارتقای سود، آگاهی عمومی و آموزش، مراقبت و ارتقای سلامتی انسان، ارتقای پایداری توسعه سکونتگاههای انسانی، همیاری و سرمایه اجتماعی
	اقتصادی	تغییر الگوی مصرف، منابع مالی و مکانیسم آن
	زیست محیطی	آب، زمین، منابع طبیعی، اتمسفر، پسماندها
قادری و امیری، (۱۳۸۵، ۱۰۴)	نهادی و تشکیلاتی	همگرایی در سیاست‌گذاریهای محیطی و توسعه، آگاهی برای توسعه پایدار، قوانین بین‌المللی زیست محیطی، اطلاعات برای تصمیم‌گیری، تقویت نقش گروههای مدنی
	زیست محیطی	موقعیت، فاصله، توپوگرافی، کیفیت و کمیت آب، حفظ کیفیت خاک، جلوگیری از تخریب محیط زیست، استفاده از کودهای شیمیایی و سم در مزارع
	اجتماعی	نرخ رشد، سطح سود، میزان مهاجرت، سرمایه اجتماعی، عدالت در توزیع منابع، کیفیت زندگی، آموزش، کاهش معضلات اجتماعی، توانمندسازی و مشارکت در تصمیم‌گیری، سلامتی و بهداشت، سکونت برای همه، فرصتهای برابر برای افراد مختلف
اقتصادی	اقتصادی	اشتغال، درآمد، بار تکفل، سهم هر فرد از تولیدات کشاورزی، ارتقا کیفیت زندگی، کارایی استفاده از منابع توسعه، تنوع معیشت، تمایل به فعالیت‌های اقتصادی در محل سکونت

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۳۸ بهار ۹۴
No.38 Spring 2015

۲۲۱

پایداری طراحی شهری همچون کاربری مختلط، ارتباطات و دسترسی‌ها می‌تواند به پایداری کمتر، عدالت اجتماعی کمتر و در یک مفهوم گسترده تر فرم شهری غیرپایدار اقتصادی منجر شود. همچون موارد مطرح شده نمونه‌های فراوانی در ادبیات طراحی شهری پایدار اصولی را جهت دستیابی به این وجه طراحی شهری به عنوان یک وجه تکاملی طراحی شهری مطرح کرده‌اند. به طور کلی، اهداف طراحی شهری در چارچوب توسعه پایدار، بر حفاظت همزمان از محیط طبیعی و محیط انسان ساخت تاکید دارد (گلکار، ۱۳۷۹، ص ۴۶).

«کلیف ماتین» سه اصل زیر را می‌توان به عنوان اصول سه گانه طراحی شهری پایدار معرفی می‌کند:

۱. «اصل اول: اولویت بخشیدن به بازیافت ساختمانها، زیرساختها و شبکه معابر موجود از طریق منطبق نمودن آنها با شرایط و نیازهای جدید. در این اصل بر حفاظت و بهسازی ابنیه و بافت های شهری تاکید می‌شود»:

۲. «اصل دوم: حفاظت از منابع و چشم انداز های طبیعی» و

۳. «اصل سوم: کاستن از میزان مصرف انرژی در توسعه نواحی شهری جدید، که این هدف از طریق کاربرد استخوانبندی شهری صحیح، گونه های ساختمانی مناسب، توزیع فضایی مناسب کاربری ها و استفاده از تراکم بهینه پیگیری می‌شود. به عبارت دیگر صرفه جویی در مصرف انرژی از طریق ایجاد ارتباطات نزدیک تر بین کاربری های مختلف شهری و همچنین از طریق کنترل طرح ساختمان ها از نظر بازدهی مصرف انرژی امکان پذیر می‌گردد.»
در این ارتباط می‌توان گفت که:

۱. «شاخصها» به عنوان واژه های دارای «مفهوم ضمنی»، وسیله ای هستند که ارزیابی پیشرفتهای آینده را فراهم می‌آورند و از طرفی دیگر، مقصد و هدف را بیان می‌کنند.

۲. شاخصها مجموعه داده های مخصوص یا دگرگون

شده‌ای هستند که اطلاعات ضروری را برای سیاست‌گذاران و عموم مردم فراهم می‌آورند (Miranda, 1999, 74)

۳. همچنین شاخص‌ها ابزاری قدرتمند برای کاهش پیچیدگی سیستم‌ها و کامل کننده اطلاعات سیستم های پیچیده می‌باشند.

۴. بعضی از «اقتصاددانان محیط زیست» نیز پایداری را بیشتر از جنبه‌های زیست محیطی نگریسته، و در تعریف پایداری گفته‌اند: وضعیت پایدار، وضعیتی است که حداقل شرایط برای ثبات اکوسیستم‌ها و توانایی مقابله اکوسیستم با شوک‌ها را در طول زمان فراهم کند.

۵. و نهایتاً؛ شاخصها و معرف های پایداری مفهوم جدیدی هستند که با هدف ارزیابی پایداری در برنامه ریزی و توسعه مطرح می‌شوند و در جوامع شهری و روستایی، منعکس کننده مولفه های اساسی و بنیادی برای سلامت اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی جامعه در بلندمدت و طی نسلها هستند (کاظمی، ۱۳۸۰، ص ۱۵).

روش های ارزیابی توسعه پایدار شهری

از دهه ۱۹۹۰ تاکنون با توجه به اهمیت روز افزون توسعه پایدار، محققان تلاش نموده‌اند تا با معرفی شاخص‌ها و روشهای مختلف، توسعه پایدار را مورد ارزیابی و محاسبه قرار دهند. در ادامه برخی از معروف ترین و پرکاربردترین این شاخص‌ها به اختصار توضیح داده شده است.

۱. «روش ردپای اکولوژیکی»^۱ (EF): این روش در دهه ۱۹۹۰ توسط محققانی چون «واکرانگل»^۲ (۱۹۹۱)، «ریز»^۳ (۱۹۹۲)، «واکرانگل و ریز» (۱۹۹۶) و «فولک و همکاران»^۴ (۱۹۹۷) مطرح و امروزه، در مطالعات مختلف تغییرات بسیاری نموده و به عنوان یک معیار برای توسعه پایدار شناخته شده است (لو و همکاران، ۲۰۰۹)^۵. ردپای اکولوژیکی ابزاری برای مدیریت استفاده از منابع توسط افراد می‌باشد. این روش، محدوده‌ای را اندازه گیری می‌کند که در آن استفاده بشر از منابع تولیدی سریع تر

1. Ecological Footprint
2. Wackernagle
3. Rees

4. Folke et al
5. Lu et al

از بازتولید آن‌هاست. در واقع ردپای اکولوژیکی، محدوده‌ای را محاسبه می‌کند که در آن تقاضای اکولوژیکی مساوی یا از ظرفیت طبیعت برای عرضه کالا و خدمات بیشتر است. زمانی که تقاضای افراد بیشتر از ظرفیت‌های زیستی تجدید پذیر باشد در این صورت، منابع طبیعی کاهش یافته و این مسأله منجر به ناپایداری می‌شود.

۲. «چارچوب فشار - وضعیت - پاسخ»^۱ (PSR): در نشست کشورهای عضو «سازمان توسعه و همکاری اقتصادی»^۲ (OECD) در سال ۱۹۹۲ درباره عملکرد زیست محیطی کشورها، با پیشنهاد نمایندگان کشورهای هلند، نروژ و ایالات متحده، کشورهای عضو OECD به این توافق دست یافتند که به منظور تسهیل ارزیابی عملکرد زیست محیطی، اقدام به طراحی شاخص‌های زیست محیطی نمایند. سرانجام چارچوبی توسط گروه وضعیت محیط زیست طراحی گردید که «چارچوب فشار - وضعیت - پاسخ» (PSR) نامیده شد. این چارچوب بر اساس مفهوم علیت ارایه شده است و این گونه توصیف می‌شود: فعالیت‌های انسان بر محیط زیست فشار وارد کرده (فشار) و کمیت و کیفیت منابع طبیعی آن را تغییر می‌دهد (وضعیت) و جامعه به این تغییرات با اعمال

سیاست‌های زیست محیطی و اقتصادی عکس العمل نشان می‌دهد (پاسخ).

۳. «روش میزان سنج یا پارامتر پایداری»^۳: این الگو که توسط «اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت»^۴ (IUCN) معرفی شده، ابزاری بصری برای اندازه‌گیری پایداری است. بر اساس این الگو پایداری هر کشور دارای دو مؤلفه اصلی است؛ «بهبود اکوسیستم»^۵ و «بهبود زندگی انسان»^۶. آب، هوا، خاک، جانوران و منابع مورد استفاده از زیر شاخص‌های بهبود اکوسیستم و بهداشت، تحصیلات، بیکاری، فقر، درآمد و جرم از زیر شاخص‌های بهبود زندگی هستند.^۷

۴. «شاخص پایداری محیط زیست»^۸ (ESI): شاخص (ESI) که اولین بار در سال ۲۰۰۰ منتشر گردید، شاخصی است که بر اساس مفاهیم توسعه پایدار ساخته شده است. این شاخص توانایی کشورها برای مدیریت چالش‌های مختلف زیست محیطی را اندازه می‌گیرد. موهبت منابع طبیعی، سطح آلودگی گذشته و حال، استفاده از منابع طبیعی و ظرفیت‌های اجتماعی برای حل مشکلات حال و آینده از جمله مسائلی هستند که چالش‌های مختلف کشورها درباره محیط زیست را منعکس می‌نمایند.^۹

۵. «شاخص جامعه پایدار»^{۱۰} (SSI) «کرک

1. Pressure- State- Response
2. Organization For Economic Co- Operation and Development
3. Barameter Of Sustainability
4. International Union For The Conservation Of Nature
5. Ecosystem Well-Being
6. Human Well-Being

۷. زیر شاخص‌های بهبود اکوسیستم بر اساس ۵۱ متغیر و زیر شاخص‌های بهبود زندگی بر اساس ۳۶ متغیر محاسبه می‌شوند، طوری که تمامی ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را پوشش می‌دهند. هر شاخص در فاصله ۰ تا ۱۰۰ مقیاس بندی شده طوری که ۰ بدترین وضعیت و ۱۰۰ بهترین وضعیت را نشان می‌دهد (Phillis et al, 2011; 542).

8. Environmental Sustainability Index

۹. هسته اصلی شاخص (ESI)، مشتمل بر ۲۱ شاخص پایداری محیط است که می‌تواند در ۵ مؤلفه خلاصه گردد؛ ۱- مؤلفه سیستم‌های زیست محیطی (شامل شاخص‌های کیفیت هوا، کیفیت آب، کمیت آب، جانوران و زمین)، ۲- مؤلفه کاهش فشارهای محیطی (شامل شاخص‌های کاهش آلودگی هوا، کاهش فشار اکوسیستم، کاهش فشار جمعیت، کاهش فشار ضایعات و مصرف، کاهش فشار آب و مدیریت منابع طبیعی)، ۳- مؤلفه کاهش آسیب پذیری انسان (شامل شاخص‌های تغذیه‌ی اصلی انسان، شاخص بهداشت محیط زیست و شاخص کاهش آسیب پذیری بلایای طبیعی مرتبط با محیط زیست)، ۴- مؤلفه ظرفیت نهادی و اجتماعی (شامل شاخص‌های نظارت بر محیط زیست، تأثیر بخش خصوصی، دانش و تکنولوژی و کارایی محیط زیست)، ۵- مؤلفه همراهی و مشارکت جهانی (شامل شاخص‌های مشارکت در تلاش‌های مشترک جهانی، نشر گازهای گلخانه‌ای و کاهش فشارهای محیطی بین مرزی). شاخص‌های پایداری محیطی بر اساس ۷۶ متغیر محاسبه گردیده و در نهایت از میانگین وزنی (با وزن‌های مساوی) ۲۱ شاخص مذکور به دست می‌آید.

10. Sustainable Society Index

و مانویل^۱ (۲۰۰۸)، با اضافه نمودن ملاحظات اجتماعی زندگی انسان به تعریف ارائه شده توسط مجمع برانتلند، شاخص جامعه پایدار را معرفی نموده‌اند. این محققان برای ساختن شاخص مذکور، ۲۲ زیر شاخص را به ۵ گروه تقسیم کرده‌اند. به منظور محاسبه هر یک از ۵ شاخص اصلی باید زیر شاخص‌های مربوط به آن‌ها، ابتدا بین ۰ تا ۱۰ مقیاس‌بندی شده و سپس با هم جمع گردند.

۶. «ارزیابی توسعه پایدار به روش الگوی تصمیم‌گیری‌های چند معیاره»^۳: (MCDM) در بیشتر مطالعات برنامه‌ریزی منطقه‌ای (اعم از شهری و روستایی) با گونه‌ای از مسایل «تصمیم‌گیری‌های چند معیاره» (MCDM) مواجه هستیم. در این تصمیم‌گیری‌ها به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چندین معیار سنجش ممکن است استفاده گردد؛ بدین ترتیب ماتریس تصمیم‌گیری در این گونه برنامه‌ریزی‌ها، شامل مناطق مختلف یا واحدهای برنامه‌ریزی به عنوان گزینه‌ها و شاخص‌ها یا عوامل دخیل در برنامه‌ریزی به عنوان معیارها خواهد بود (امینی فسخودی، ۱۳۸۴). از الگوی برنامه‌ریزی MCDM، به طور وسیعی به عنوان روشی برای ارزیابی پایداری محیط زیست استفاده شده است (لیو^۴، ۲۰۰۷). سرور و موسوی (۱۳۹۰) نیز با بهره‌گیری از این الگو، شهرستان‌های استان آذربایجان غربی را براساس برخورداری از شاخص‌های توسعه رتبه‌بندی نموده‌اند. این محققان از ۵۰ شاخص جمعیتی، اجتماعی، اقتصادی، بهداشتی-درمانی، زیربنایی، حمل و نقل و ارتباطات و کالبدی استفاده نموده‌اند. اخیراً محققان تلاش نموده‌اند تا الگوی MCDM را با به کارگیری منطق فازی کامل نمایند. لیو (۲۰۰۷)، از جمله محققانی است که در

مطالعه‌ی خود با استفاده از ۷۴ متغیر و با تلفیق منطق فازی و MCDM به ارزیابی پایداری محیط زیست پرداخته است (فیلیس و همکاران، ۲۰۱۱).
۷. «شاخص پایداری شهری»^۴: (USI) شاخص پایداری شهری (USI) توسط «زانگ»^۵ (۲۰۰۲) و بر پایه ۲۲ شاخص در سطح ناحیه شهری چین ارائه شده است. متغیرها با استفاده از «روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی»^۶ (AHP)، موزون می‌شوند. پایداری کل شهری مشتمل بر ۳ بُعد «موقعیت شهر»، «تناسب شهر»^۷ و «پتانسیل شهر» می‌باشد. این ابعاد در برگیرنده ۳ نکته کلیدی درباره پایداری شهری هستند: ظرفیت توسعه شهری، ظرفیت تناسب (هماهنگی) شهری و پتانسیل توسعه شهری. مقدار شاخص USI از جمع وزنی مقادیر ۳ مؤلفه پایداری شهری و مقدار هریک از این ۳ مؤلفه نیز از مجموع وزنی مقادیر زیر شاخص‌های پایداری به دست می‌آید. مقدار شاخص توسعه‌ی پایدار شهری محاسبه شده، بین ۰ تا ۱ تغییر می‌کند (سین^۸ و همکاران، ۲۰۰۹).

۸. «شاخص توسعه پایدار شهری با استفاده از منطق فازی»^۹: «هینکو»^{۱۰} (۲۰۱۱)، به دلیل مفهوم چند بعدی، نامطمئن و مبهم توسعه پایدار شهری، به پیروی از «فیلیس و اندریان»^{۱۱} (۲۰۰۱) و با استفاده از روش SAFE به محاسبه شاخص توسعه پایدار شهری پرداخته است. در مطالعه وی، پایداری شهری دارای دو جنبه اصلی «پویایی‌های هموار»^{۱۱} (SD) و «ملاحظات مثبت رشد»^{۱۲} (PG) می‌باشد که مؤلفه‌های اصلی پایداری کل شهری می‌باشند. هر یک از این مؤلفه‌ها به ابعاد مختلف پایداری یعنی «وضعیت موجود»^{۱۳} (STA)، «پتانسیل آشکار شده»^{۱۴} (POT) و «پاسخ‌های مشتق شده»^{۱۵} (RES) بستگی دارند.

1. Kerk and Manuel

2. Multi Criteria Decision Making

3. Liu

4. Urban Sustainability Index

5. Zhang

6. Analytical Hierarchy Process

7. Urban Coordination

8. Singh et al

9. Hincu

10. Phillis and Andriantiatsaholiniaina

11. Smooth Dynamics

12. Positive Growth Prospects

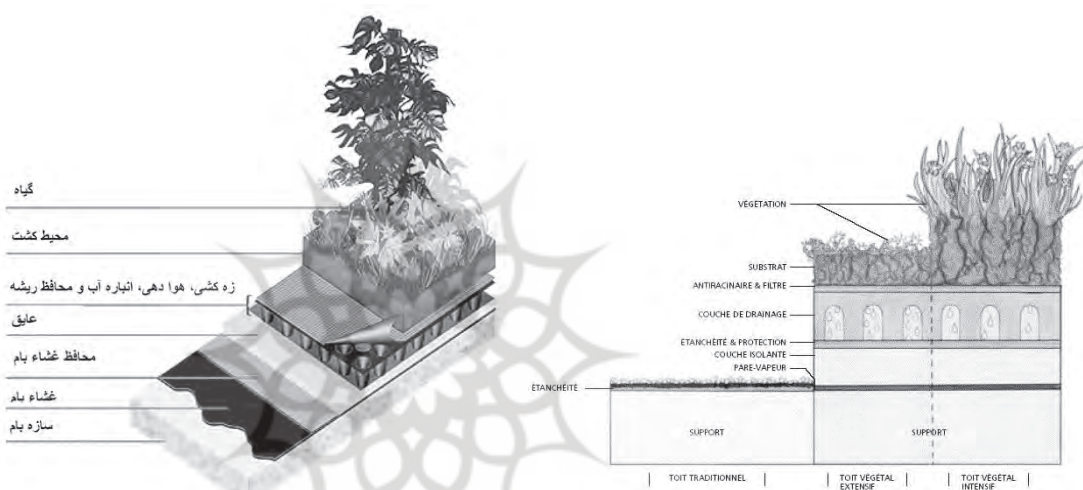
13. Current Status

14. Evolving Potential

15. Driven Responses



تصویر ۱. باغ - مدرسه آبروزی، ماخذ: [http:// abruzzischoolgarden.com](http://abruzzischoolgarden.com)



تصویر ۲. ریز جزییات و نمونه های بامهای سبز، ماخذ: کشتکار و دیگران، ۱۳۸۹.

بام های سبز

اصطلاح بام سبز به یک سیستم سبک اطلاق می شود که از لایه های پیش ساخته تشکیل و با بام ساختمان یک سیستم واحد را به وجود آورده و رشد گیاهان را در محیط کشت رویشی خاصی، در تمام یا قسمت هایی از بام میسر می سازد. لایه کشت بام سبز با خاک معمولی متفاوت بوده و برای رویش گیاهان مختلف نیاز به عمق کمتر داشته و بسیار سبک تر است. لایه های تشکیل دهنده بام سبز معمولاً از بالا به پایین به ترتیب از پوشش گیاهی؛ محیط کشت رویشی یا لایه کاشت؛ تثبیت کننده و محافظ ریشه؛ لایه زه کشی، هوا دهی و انباره آب؛ لایه محافظ رطوبتی و عایق بندی برای محافظت از

لایه های سازه بام تشکیل می شود.

علاوه بر این، با توجه به مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در خصوص صرفه جویی در مصرف انرژی و مزایای بام های سبز در زمینه صرفه جویی در انرژی، سبز کردن بام ها می تواند در راستای سیاست های ساختمان سازی ملی نیز عمل کند. همچنین با توجه به این که در برنامه چهارم توسعه، محوری به نام دولت سبز تعیین و بحث صرفه جویی انرژی و ایجاد فرهنگ محیط زیستی و غیره در آن مطرح شده است، سبز کردن بام ها در کلان شهرهای کشور می تواند در خدمت زمینه سازی برای رسیدن به اهداف دولت سبز تلقی شود. توسعه و اجرای یک بام سبز شامل ایجاد فضای پوشیده از گیاه

دست اندرکاران این صنعت به عنوان «بام‌های سبز گسترده» و «بام‌های سبز متمرکز» مشخص شده است.

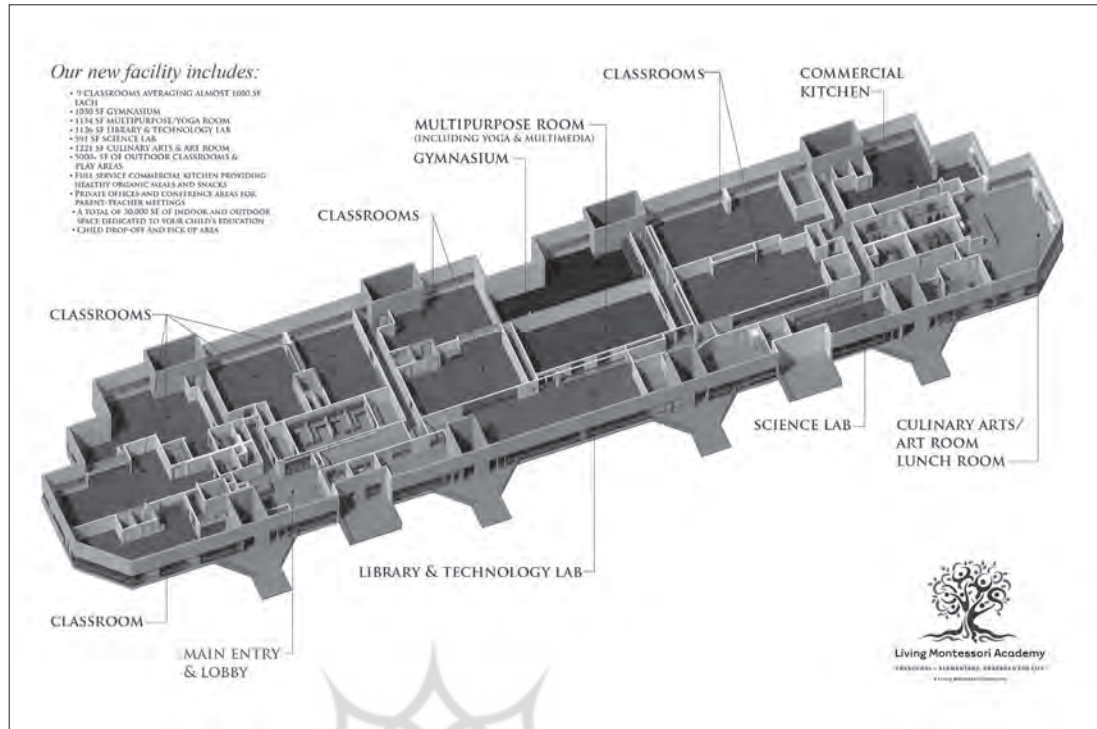
۱. «بام سبز متمرکز»: بام‌های متمرکز، با وزن بیشتر، هزینه‌های کلی بیشتر، دامنه گیاهان قابل کشت بیشتر و ملزومات نگهداری بیشتر شناخته می‌شوند. در این مدل بام‌ها، گیاهان با روش‌هایی شبیه به باغچه‌های معمولی در سطح زمین رشد یافته و نگهداری می‌شوند. عمق لایه قابل رشد این بام‌ها با توجه به نوع درختان و الزامات سازه‌ای، بین ۲۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر متغیر است. با توجه به افزایش عمق خاک، انتخاب گیاهان دارای تنوع بیشتری شده و اجازه به وجود آمدن اکوسیستم پیچیده‌تری می‌دهد. الزامات نگهداری و آبیاری در این مدل بیشتر و مداوم‌تر از بام‌های سبز گسترده می‌باشد. (Akbari- Pomerantz- Taha, ۲۰۰۱)

۲. «بام سبز گسترده»: بام‌های سبز گسترده توسط وزن کم و هزینه نگهداری پایین مشخص می‌شوند. محیط رشد در این بام‌ها معمولاً از مخلوط معدنی شن، ماسه، آجر خرد شده، لیکا، کود گیاهی، مواد آلی و مقداری خاک تشکیل شده است که از لحاظ عمق محیط قابل کشت، بین ۵۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر متغیر است. بسته به عمق خاک

بر روی یک سقف سازه‌ای ساخت دست بشر است. واژه سقف یا بام در این تعریف به معنای هر نوع سطح پیوسته برای حفاظت از ساکنین در برابر عوامل طبیعی می‌باشد. فضای پوشیده شده از گیاه می‌تواند زیرزمین، روی زمین یا بالای سطح زمین باشد. محفظه کاشت گیاهان که به صورت توده‌ای و کنارهم بر روی یک ساختار بام قرار می‌گیرند نیز شامل این تعریف بین‌المللی می‌گردند و امروزه این نوع سبزسازی بام به صورت وسیع، به عنوان یک راه حل عملی ساده و مفید در سراسر جهان استفاده می‌گردد. با توجه به اجزای تشکیل دهنده، طبقه‌بندی‌های متفاوتی برای بام‌های سبز ارائه شده است که از جمله می‌توان به طبقه‌بندی بام‌های سبز به سه دسته «گسترده، متمرکز (فشرده) و مدولار یا جعبه گیاه» (رضویان و همکاران، ۱۳۸۹)، طبقه‌بندی بام‌های سبز به دو دسته «قابل دسترسی و غیرقابل دسترسی» که در اغلب موارد سقف‌های قابل دسترسی، با سقف‌های متمرکز و سقف‌های غیرقابل دسترسی، با سقف‌های گسترده مطابقت دارند (Dunnett and Kingsbury, 2004) و تفکیک بام‌ها به مسطح و شیب‌دار اشاره کرد. در یک تقسیم‌بندی دیگر، دو نوع پایه‌ای از سیستم‌های بام سبز وجود دارد، که از نقطه نظر



تصویر ۳. باغ مدرسه ادلهاید استرالیا، ماخذ: www.dorsetdesignbuild.co.uk



تصویر ۴. پلان باغ - مدرسه مونتسوری انگلستان، ماخذ: www.dorsetdesignbuild.co.uk

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
 Urban Management
 شماره ۳۸ بهار ۹۴
 No.38 Spring 2015

۲۲۷

این سامانه با اصول کلی طراحی محیطی پایدار، همخوانی کامل دارد. اجرای این بام‌ها از لحاظ عملی با دشواری‌ها و پیچیدگی‌های زیادی همراه است و عدم درک درست از این دشواری‌ها می‌تواند توسعه بام سبز را تحت الشعاع قرار دهد؛ بنابراین از یک طرف، تحقیق و پژوهش در جهت بومی‌سازی مراحل عملی ساخت بام‌های سبز و از طرف دیگر توسعه برنامه‌های انگیزشی در توسعه این صنعت از بزرگترین مشکلات پیش‌رو در جهت گسترش و عمومی ساختن آنهاست. مسئله‌ای که بر خلاف ظاهرش بسیار زمان‌بر و پرهزینه است. از آنجا که سامانه بام سبز در کشورهای توسعه یافته به عنوان یک راه‌حل برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار پذیرفته شده، این کشورها مجموعه‌ای از سیاستها را جهت همگانی ساختن این سامانه اتخاذ نموده‌اند (کشتکار، انصاری و نازی، ۱۳۸۹). ساخت انواع باغ‌بام‌ها نیازمند برنامه‌ریزی و دانش خاص آن است. بام‌های سبز از نظر قابلیت نگهداری و کنترل وزن خاک، باران و برف و تعبیه مسیرهای پیاده

بر روی سقف‌ها و شرایط میکرواقلیمی بسیاری از بام‌ها، گیاهان باید کوتاه و محکم بوده و در مناطق کم باران بتوانند زنده بمانند. گیاهان بومی هر محل، دلیل توانایی تطابق با آب و هوای محل، انتخاب خوبی برای بام‌های سبز می‌باشند. در این بام‌ها حداقل تجارب عملی و رسیدگی‌های تکنیکی برای نصب و نگهداری لازم است. (Townshend, 2006: 8 p) توسعه و اجرای یک بام سبز شامل ایجاد فضای پوشیده از گیاه بر روی یک سقف سازه‌ای ساخت دست بشر است. واژه سقف یا بام در این تعریف، به معنای هر نوع سطح پیوسته برای حفاظت از ساکنین در برابر عوامل طبیعی می‌باشد. فضای پوشیده از گیاه می‌تواند روی زمین یا بالای سطح زمین باشد؛ به عنوان مثال بر روی یک بالکن، به عنوان یک بام معلق بر روی یک طبقه میانی ساختمان، یا در ارتفاع زیاد از سطح زمین، در بالای یک ساختمان قرار گرفته باشد (Dunnett and Kingsbury, 2004). «سامانه بام‌های سبز» یکی از راه‌هایی است که دستیابی به یک محیط پایدار را تسهیل می‌کند.

نیازمند فناوری فراتر از سیستم معمولی مهندسی بام می‌باشد. یک بام سبز از سه قسمت تشکیل شده است:

۱. سقف ساختمان یا آن چیزی که هم اکنون بر بام همه ساختمان‌ها وجود دارد و بر روی آن لایه عایق مثل قیر گونی، ایزوگام یا هر عایق دیگری کشیده شده و احیاناً روی آن موزاییک یا آسفالت یا سنگفرش شده است.

۲. باغ بام که یک لایه محافظت کننده است و سقف و عایق رطوبتی را از لایه خاک و گیاهان جدا می‌کند.

۳. خاک و کود و سیستم آبیاری باغ که هر کدام با دقت در محل خود قرار می‌گیرند (رضویان و همکاران، ۱۳۸۹).

سیستم گسترده بامهای سبز

سیستم گسترده دارای ویژگیهای زیر است:

۱. این سیستم به نام مقطع کم ارتفاع یا اجرا با ضخامت کم نیز شناخته می‌شود.
۲. این نوع بام سبز فقط شامل یک یا دو نوع گیاه و محیط کاشت کم عمق می‌باشد.
۳. معمولاً این سیستم برای زمانی که حداقل بار وزن م نظر باشد به کار گرفته می‌شود.
۴. به طور اخص، فقط پرسنل نگهداری و تعمیر به

این نوع بام دسترسی دارند.

۵. این نوع بام مثل چمنهای نروژی، بر روی بامهای مسطح و شیب دار احداث می‌شود.

۶. در این سیستم معمولاً از گیاهانی با عمق ریشه ۴۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر استفاده می‌شوند.

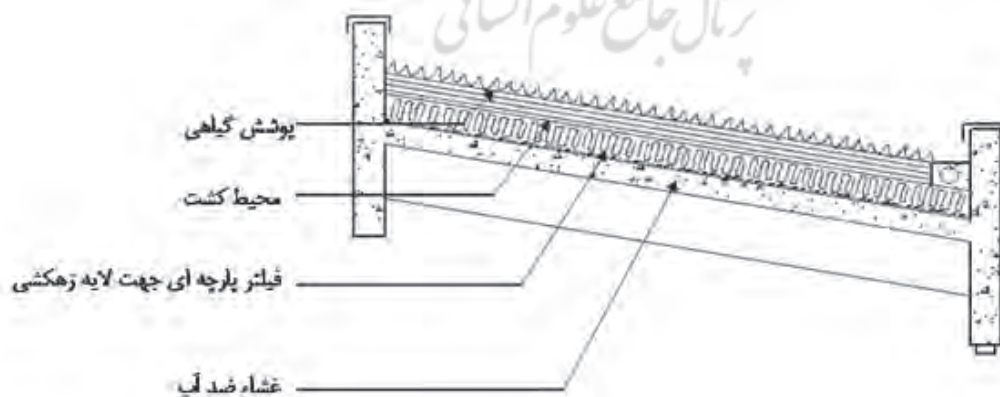
۷. حدود بار نهایی بام تقریباً بین ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع در حالت اشیاء می‌باشد.

۸. در مورد بام‌های شیب دار در اغلب مکان‌ها ۱۰ تا ۲۰ درصد شیب توصیه می‌شود. در شیب حداکثر ۳۰ درصد نیاز به استفاده از زهوار و ابزارهای ضد فرسایش وجود دارد.

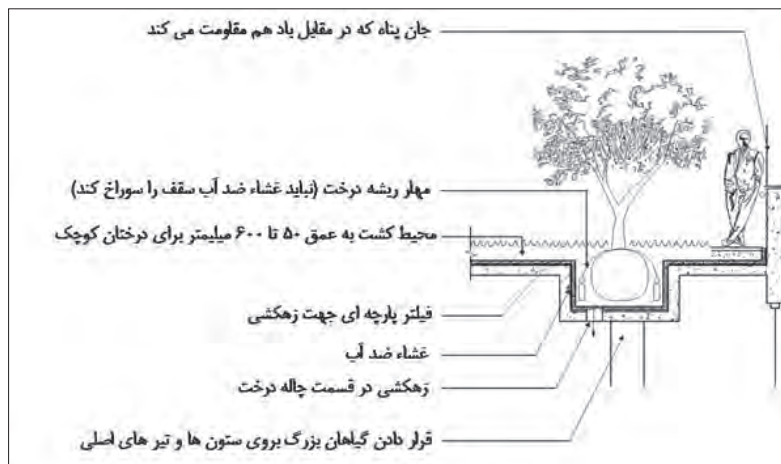
۹. محیط کشت سطحی و کم عمقی دارد و معمولاً قسمتی از بام و قسمتی از ساختار ساختمان سبز می‌باشد. سیستم متمرکز

سیستم متمرکز نیز دارای ویژگی‌های زیر است:

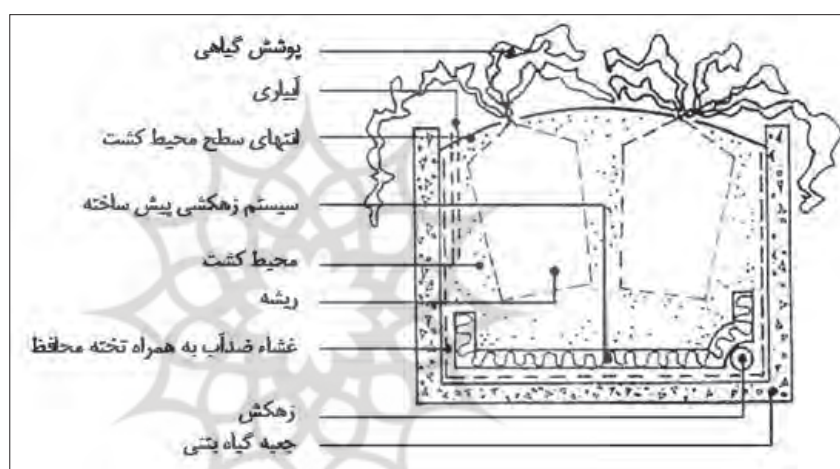
۱. این سیستم به نام مقطع عمیق یا باغ بام نیز شناخته می‌شود.
۲. بام‌های سیستم متمرکز نیازمند عمق متعارفی از خاک برای رشد گیاهان حجیم و چمن معمولی می‌باشند.
۳. این نوع از بام سبز شامل انواع مختلفی از گیاهان می‌باشد و مشابه یک پارک طراحی می‌شود.



تصویر ۵. نمونه بامهای سبز گسترده؛ ماخذ: رضویان و دیگران، ۱۳۸۹.



تصویر ۶. نمونه بامهای سبز متمرکز؛ ماخذ: رضویان و دیگران، ۱۳۸۹.



تصویر ۷. نمونه بامهای سبز مدولار؛ ماخذ: رضویان و دیگران، ۱۳۸۹.

سیستم مدولار یا جعبه گیاه

در این سیستم گیاهان در جعبه های مخصوصی که تمام یا بیش تر بام سبز را می پوشانند، کشت و نگهداری می شوند. در سیستمهای غیر مدولار محیط کاشت یک لایه پیوسته بر روی بام سبز می باشد. در سیستم مدولار این محیط ناپیوسته است.

مزایای بام های سبز در طراحی باغ - مدارس

بام های سبز دامنه وسیعی از فواید اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را در بر می گیرند که این امر در طراحی باغ - مدرسه ها اهمیتی مضاعف دارد. مزایای زیست محیطی انکار ناپذیر بام های سبز در زمینه کاهش آلودگی هوا، کاهش گازهای گلخانه ای،

جذب آلاینده ها، کاهش دمای محیط پیرامون، و کاهش میزان مصرف انرژی و افزایش شادابی و تنوع در طراحی فضاهای آموزشی خاصه مدارس، بارها و بارها توسط متخصصین و پژوهشگران مورد سنجش قرار گرفته و نتایج آماری تمام این تحقیقات قابل دسترس بوده و روند تکمیلی تحقیقات کماکان ادامه دارد.

از نظر زیست محیطی بام های سبز در صورتی که به صورت گسترده و در ابعاد وسیع در فضای شهری و در طراحی باغ - مدرسه ها اجرا شوند، با جذب دی اکسید کربن و تولید اکسیژن، موجب تصفیه و کاهش آلودگی به نحو شاخصی خواهند بود. برطبق مطالعات انجام شده توسط یک گروه تحقیقاتی در



تصویر ۸. باغ - مدرسه ها ضمن ایجاد طراوت و شادابی در روحیه دانش آموزان، امکان افزایش خلاقیت و ظهور فرایند ایده پردازی را در آنها میسر می سازند؛ در حین حال که می توانند زمینه ساز بالا بردن کیفیت یادگیری و بستر ساز آموزش رفتارهای حفظ زیست محیطی و الگویی برای تربیت نسلهای دوستدار محیط زیست که از اهداف توسعه پایدار زیست محیطی است بشمار روند؛ ماخذ: نگارنده.

جدول ۱. تحقیقات دانشگاه ناتنگهام درباره دمای فضای زیر بام معمولی و بام سبز در تابستان؛

ماخذ: محمودی زرنندی و دیگران ۱۳۸۹.

• میانگین درجه حرارت/ دمای روزانه	معادل ۱۸/۴ درجه سانتی گراد
• دمای فضای زیر بامهای معمولی	معادل ۳۲ درجه سانتی گراد
• دمای فضای زیر بامهای سبز	معادل ۱۷/۱ درجه سانتی گراد

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۳۸ بهار ۹۴
No.38 Spring 2015

۲۳۰



تصویر ۸. باغ - مدرسه ها ضمن ایجاد طراوت و شادابی در روحیه دانش آموزان، امکان افزایش خلاقیت و ظهور فرایند ایده پردازی را در آنها میسر می سازند؛ در حین حال که می توانند زمینه ساز بالا بردن کیفیت یادگیری و بستر ساز آموزش رفتارهای حفظ زیست محیطی و الگویی برای تربیت نسلهای دوستدار محیط زیست که از اهداف توسعه پایدار زیست محیطی است بشمار روند؛ ماخذ: نگارنده.

کانادا، ۱،۵ متر مربع گیاه به ارتفاع ۴۰ سانتی متر، می تواند اکسیژن مورد نیاز یک سال انسان را تامین کند. سطح گیاهان، ذرات معلق در هوا را جذب خود کرده، این ذرات سپس، توسط باران وارد لایه کاشت می شود. تحقیقات نشان داده است که خیابان های مشجر ۱۰ تا ۱۵ درصد ذرات معلق در هوای کمتری از خیابان های بدون درخت دارند. با فرض این که پوشش گیاهی بام سبز چمن باشد و چمن تنها یک دهم درخت عمل کند، ۱۰ متر مربع رویش گیاهی بام سبز می تواند تا ۲ کیلو گرم ذرات معلق در هوا را، در سال در خود نگه دارد. از دیگر مزایای بام های سبز می توان به کاهش گازهای گلخانه ای اشاره کرد. مطالعات شورای ملی تحقیقات کانادا نشان می دهد؛ چنانچه فقط ۶ درصد از بام های شهر تورنتو سبز شوند، سالیانه ۲،۱۸ تن گاز گلخانه ای و ۳۰ تن آلاینده کاهش یافته و بالاخره کاهش سالیانه ۵ تا ۱۰ درصدی مه دود (smog) را به دنبال خواهد داشت.

از دیگر فواید زیست محیطی بام های سبز در طراحی باغ- مدرسه ها می توان به کاهش اثرات جزایر گرمایی شهرها اشاره کرد. اصطلاح اثر جزیره گرمایی به اختلاف حرارت بین شهر و حومه آن اتلاق می شود و این اختلاف دما گاه می تواند تا ۱۰ درجه سانتی گراد افزایش یابد. با توجه به پدیده گرم شدن جهانی کره زمین و توسعه ناپایدار شهرها که یکی از نمادهای آن افزایش روزافزون ساخت و ساز و کاهش فضای سبز شهری است، این ازدیاد دما می تواند در آینده بازم بیشتر و بیشتر شده و زیان های غیرقابل جبرانی برای کره خاکی به ارمغان آورد. بام های تیره و آسفالتی متعارف جاذب انرژی و گرمای خورشیدی بوده، یکی از عوامل تاثیرگذار در ظهور پدیده جزایر گرمایی تلقی می شوند. پوشش گیاهی بام های سبز از طریق چرخه طبیعی تبخیر- تعرق محیط اطراف خود را خنک می سازند و چنانچه به صورت گسترده و در ابعاد وسیع در مقیاس شهری و محله ای اجرا شود،

دمای شهر تا حد زیادی کاهش می یابد و به سالم سازی هوای شهر کمک می کند. بر اساس مطالعات شورای ملی تحقیقات کانادا چنانچه فقط ۶ درصد بام های شهر تورنتو سبز گردند، هوای شهر ۱ تا ۲ درجه سانتیگراد خنک تر می شود.

مزیت دیگر بام سبز در طراحی باغ- مدرسه ها در مقایسه با بام های سنتی، ذخیره انرژی و کاهش هزینه های گرمایش و سرمایش بنا می باشد. رویش گیاه بر روی بام ها موجب کاهش حرارت و دمای هوای اطراف بنا در تابستان شده و به دلیل قابلیت عایق سازی لایه های کاشت و گیاهان، از ورود گرمای بیرون به داخل بنا جلوگیری می کند. همین خاصیت عایق سازی بام سبز در زمستان، باعث کاهش نیاز به انرژی گرمایی در داخل ساختمان شده و به ذخیره انرژی گرمایی در داخل ساختمان می کند. در کانادا، خانه ای یک طبقه با بام علفی و لایه کاشتی به عمق ۱۰ سانتی متر مورد مطالعه قرار گرفت و تحقیقات نشان داد که بام سبز موجب کاهش ۲۵ درصدی انرژی سرمایش در تابستان شده است. بر اساس تجربه بام های سبز شهرداری شیکاگو، در اثر کاهش ۱ درجه فارتنهایت دما، ۱،۲ درصد در مصرف انرژی صرفه جویی می شود. با توسعه و گسترش بام های سبز در مقیاس شهری، ابعاد صرفه جویی انرژی در بخش دولتی و خصوصی، با توجه به بحران انرژی قرن حاضر می تواند در مقیاس جهانی مفید واقع گردد.

از دیگر مزایای زیست محیطی بام های سبز در طراحی باغ- مدرسه ها می توان به حفظ و نگهداری آب باران در هنگام طغیان ها اشاره کرد. هرچه سطوح ساخته شده، از مواد مصنوع و سخت تری باشند، آب کمتری می تواند به طور طبیعی در خاک نفوذ کند، در نتیجه مجاری فاضلاب بار سنگین تری را دریافت می کنند. لایه کاشت و گیاهان بام سبز مقدار متناهی از آب باران را جذب و تبخیر کرده و در صورت داشتن لایه ای انباره ای آب، آب باقیمانده برای آبیاری دوباره قابل استفاده است. میزان و نسبت

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۳۸ بهار ۹۴
No.38 Spring 2015

۲۳۱

این گونه بام ها در درازمدت و غیرمستقیم، دارای بعد اقتصادی می باشند. استفاده کاربردی از بام ها به عنوان فضای سبز عمومی یا خصوصی (مختص ساکنین ساختمان) یکی دیگر از منافع اقتصادی آن چه برای بخش خصوصی چه دولتی می تواند تلقی گردد.

سیاست های توسعه بام های سبز در طراحی باغ - مدارس

استراتژی های دولت ها در خصوص ترغیب توسعه بام های سبز توسط شهروندان در پنج روش کلی زیر می توان در نظر گرفت:

۱. «یکپارچه نمودن مقررات توسعه موجود با بام های سبز»: هرچند ایجاد انگیزه در جامعه معمولاً در سیاست گذاری ها مطلوب تلقی می شود، اما در بسیاری موارد، تدوین مقیاس ها و واحدهای اجباری، از طبیعت داوطلبانه سیاست ها مؤثرتر است. سازگار نمودن و یکپارچگی مقررات بکارگیری بام های سبز در آیین نامه های توسعه، یکی دیگر از ابزارهای موجود برای توسعه پوشش های سبز می باشد. شهرداری ها می توانند به صورت هماهنگ در مقررات توسعه خود، بام های سبز را بر اساس مقادیر جبران اکولوژیکی، آیین نامه های محلی و همچنین افزایش انگیزه اجرای بام های سبز با اعطای تراکم بیشتر ساختمان سازی به مالکان مورد توجه جامعه قرار دهند. یکی از مهمترین ابزارهایی که شهرداری ها می توانند در توسعه این سامانه بکاربرند، هماهنگی جریمه های تخلفات ساختمانی با توسعه سامانه سبز، به جای دریافت جریمه های مالی است. این راهکار سبب می گردد که هزینه هایی که شهرداری در جهت بهبود کیفیت فضاهای شهری و دستیابی به سرانه مورد نیاز فضای سبز متحمل می شود بوسیله خود مالکین و شهروندان با توجه مزایای زیادی که بام های سبز برای بهبود کیفیت محیط زیست شهری دارند تامین گردد.

۲. «ایجاد انگیزه های مالی مستقیم»: این انگیزه ها به طور معمول، به شکل کمک های مالی

جذب آب باران توسط بام سبز به عوامل مختلفی چون ضخامت و عمق لایه کاشت و امکان وجود تاسیسات نگهداری آب دارد. طبق گزارشی تحقیقاتی که برای شهر شیکاگو در سال ۲۰۰۰ انجام گرفته، بام سبزی با عمق خاک بین ۲۰ تا ۴۰ سانتی متر و تراکم گیاهی زیاد، می تواند بین ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر از آب باران را در خود ذخیره کند. مطالعه و بررسی دیگری که بر روی شهر پورتلند انجام گرفته، نشان می دهد اگر تنها نیمی از بام های ساختمان های مرکز شهر با پوشش گیاهی پوشیده شوند، می توان ۱۱ الی ۱۵ درصد از بار سیستم مجاری فاضلاب آب باران شهر کم کرد.

از دیگر اثرات زیست محیطی بام های سبز می توان به کاهش و تعدیل شدت آلودگی صوتی به خصوص در شهرهای بزرگ و در طراحی باغ - مدرسه ها اشاره کرد. بام سبز به صورت عایق صوتی عمل کرده و قابلیت کاهش آلودگی صوتی را از طریق جذب امواج صوتی دارد. لایه کاشت بام سبز فرکانس های پایین و پوشش گیاهی آن فرکانس های بالای اصوات را کاهش داده، در نتیجه این گونه بام ها به خصوص برای بناهایی که در مجاورت فرودگاه ها، ایستگاه های قطار، بزرگراه ها، کارخانه ها و دیگر مراکز صنعتی و پر سر و صدا هستند موثر عمل می کنند. طبق تحقیقات سازمان مسکن کانادا لایه کاشتی به عمق ۱۲ سانتی متر قابلیت تعدیل ۴۰ دسیبل (dB) آلودگی صوتی را دارد. بام سبز همچنین با فراهم آوردن زیستگاه برای گونه های گیاهی و جذب گونه های جاندار و پرندگان از نظر اکولوژی و تنوع زیستی حائز اهمیت می باشد. بام های سبز به خصوص نوع گسترده آن که معمولاً در دسترس عموم نیستند و بشر حضور کمتری در آن دارد، ضمن ایجاد زیبایی منظر در محیط شهری، زیستگاه مناسبی برای رشد انواع حشرات، جذب پرندگان و ایجاد فضای مناسب برای تخم گذاری آنها ایجاد می کنند. بام های سبز برخلاف تصور اولیه دارای منافع اقتصادی نیز می باشند. منافع زیست محیطی

به مالکین و توسعه دهندگان سقف‌های سبز است. کمک‌های مالی بر اساس اهداف اجرا و نوع طراحی که دارند قابل تغییر است. مقدار کمک‌های مالی می‌تواند به روشهای متنوع مشخص شوند، که رایج‌ترین آن‌ها یک مقدار مشخص کمک مالی به ازای هر مترمربع می‌باشد. در آلمان کمک‌های مالی در توسعه بام سبز حدود ۱۰ تا ۳۰ یورو به هر مترمربع است. (۱۶ تا ۴۸ دلار) روش دیگر بدست آوردن مقدار کمک‌های مالی، محاسبه درصد هزینه ساخت و یا هزینه ساخت و طراحی می‌باشد، که معمولاً بین ۱۰ تا ۵۰ درصد هزینه‌ها توسط دولت تحت پوشش قرار می‌گیرد. علاوه بر حمایت‌های مالی، شهرداری‌ها می‌توانند تسهیلاتی را جهت طراحی و مشاوره‌های فنی در اختیار مالکان قرار دهند.

۳. «رقابت‌ها و پوشش‌های وسیع رسانه‌ای»: آگاهی‌های عمومی ابزارهایی بسیار مهم در تشویق به استفاده از بام‌های سبز می‌باشد و باید به عنوان قدرتی اساسی در آغاز پروژه توسعه بام‌های سبز تلقی شود. نتایج ناشی از افزایش گسترده آگاهی‌های عمومی در مسایل مختلف در مقایسه با آیین‌نامه‌ها و مقررات اجباری رقابت‌ها برای اجرای بام‌های سبز نشان می‌دهد که در صورت پوشش وسیع رسانه‌ای، این تکنولوژی به صورت داوطلبانه بسیار برجسته می‌گردد. به تدریج با توسعه تبلیغات در مورد سامانه بام‌های سبز، شرکت‌ها و پیمانکاران اجرایی به رقابت در این خصوص می‌پردازند که نتیجتاً افزایش رقابت، با نظارت صحیح دستگاه‌های دولتی باعث کاهش قیمت‌های اجرا و توسعه این تکنولوژی می‌گردد.

۴. «ایجاد انگیزه‌های مالی غیرمستقیم»: انگیزه‌های مالی غیرمستقیم، معمولاً از طریق هزینه‌های مربوط به جداسازی فاضلاب و مقدار فاضلاب تولیدی استفاده‌کنندگان، که توسط شهرداری‌ها از مصرف‌کنندگان آب گرفته می‌شود عمل می‌نماید. در انگیزه‌های مالی غیرمستقیم بر

خلاف انگیزه‌های مالی مستقیم، مقدار سودآوری و صرفه‌های اقتصادی، واضح و بر طبق آیین‌نامه‌ها قابل پیش‌بینی است و شامل مالیات‌های ماهیانه برای جداسازی فاضلاب در مصارف بهداشتی و پرداخت‌های سالیانه برای سیستم‌های کنترل سیلاب است، که میزان آن بر اساس مقدار سطوح نفوذناپذیر هر ملک بدست می‌آید. بام‌های سبز بدلیل کاهش میزان سطوح نفوذناپذیر و کنترل سیلاب بر اساس قوانین شهرداری می‌توانند شامل تخفیف مالیات‌های مربوطه گردند؛ از دیگر عوامل غیرمستقیمی که شهرداری مناطق می‌تواند برای ترغیب مالکین به احداث بام سبز بدون نیاز به پرداخت مالی از آن استفاده نماید، در نظر گرفتن میزان تراکم اضافی برای ساختمان‌های دارای بام سبز دارای پارامترهای مشخص شده ضوابط و استانداردهاست (Ngan, 2004: 19).

موانع توسعه کاربردی بام‌های سبز در طراحی باغ - مدارس

با تمام مزایای بسیار گسترده زیست محیطی بام‌های سبز و گسترش بیش از پیش آن، از قاره اروپا گرفته تا آمریکا و اخیراً آسیا، باید اذعان کرد هنوز به دلیل مبهم بودن بعد اقتصادی و اجتماعی آن، این فناوری آنطور که باید جایگاه در شان خود را در جهان امروز پیدا نکرده است. بالا بودن هزینه‌های اجرایی نصب، راه‌اندازی و سیستم آبیاری مناسب، هزینه‌های اضافی برای تقویت سازه بناهای موجود، مخارج مربوط به حفظ و نگه‌داری از فضای سبز این گونه بام‌ها، آبیاری و مصرف آب لوله‌کشی و از همه مهم‌تر نبودن شناخت کافی و عدم اعتماد و تضمین نسبت به این فناوری نسبتاً نوپا از مسائل قابل بررسی است. در سال ۱۹۹۹ «سازمان مسکن کانادا» با حمایت و پشتیبانی «سازمان محیط زیست کانادا» تحقیقاتی را برای شناختن بیشتر مزایای بام‌های سبز و سدهای پیش‌رو، در راستای کمک به گسترده‌گی بام‌های سبز در سطح ملی آغاز کرد. نتیجه تحقیقات چهار مانع اصلی در راه تحقق

گسترده‌گی بام‌های سبز را شناسایی کرد:

۱. عدم شناخت کافی از مزایای بام‌های سبز در بین مدیران و برنامه‌ریزان شهری و سرمایه‌گذاران خصوصی در بخش ساخت و ساز و عامه مردم،
۲. کمبود انگیزه، چه در بخش دولتی چه خصوصی،
۳. موانع اقتصادی مرتبط با هزینه‌های اضافی فناوری بام سبز و عدم شناخت منافع اقتصادی در دراز مدت، و
۴. بالاخره عدم قبول ریسک‌های احتمالی به دلیل پاره‌ای ابهامات در مسائل تکنیکی و نو بودن فناوری بام‌های سبز.

بررسی تحقیقات مختلفی که توسط سازمانها و گروه‌های مختلف پژوهشی و تحقیقاتی در امریکا، کانادا و اروپا در زمینه بام‌های سبز و موانع موجود در راه گسترده‌گی آن در سطح شهری انجام گرفته نشان می‌دهد، مهم‌ترین فاکتور به عنوان مانع جدی مسائل اقتصادی عنوان شده است. واقعیت این است که بام‌های سبز در طولانی مدت، دارای منافع اقتصادی قابل محاسبه هستند ولی محاسبه ابعاد اقتصادی آن‌ها پیچیده است. لذا، محدودیت‌های

موجود در توسعه بام‌های سبز را می‌توان به چهار دسته تقسیم نمود:

۱. «فقدان دانش و آگاهی»: هرچند که تحقیقات گسترده‌ای در سطح جهان در باب افزایش آگاهی نسبت به بام‌های سبز صورت پذیرفته، اما در کشور ما آگاهی بسیار اندک است. تعداد انگشت‌شمار پروژه‌های بام سبز اجرا شده در کشور، عدم اطمینان و آگاهی در مورد منافع و محدودیت‌ها، فقدان تحقیقات محلی بر روی نمونه‌های مناسب گیاهی برای بکارگیری بام‌های سبز با نیاز به نگهداری کم و عدم آشنایی کاربران و مشتریان با این بام‌ها، عواملی هستند که سد راه توسعه این بام‌ها قرار دارند.
۲. «فقدان انگیزه‌ها و احکام قانونی»: توسعه صنعت بام سبز در اروپا نتیجه قوانینی است که در سال ۱۹۸۹ در آلمان وضع گردید و به تبع آن در سراسر اروپا به دلیل نتایج مثبت آن ایده برداری گردید. بدون این ملزومات قانونی، بی‌اعتمادی‌های گذشته که بدلیل فقدان آگاهی و مشکلات تکنیکی ناشی از اجرای نادرست بوجود آمده بود، غلبه بر

جدول ۲. تدوین استانداردها و آیین‌نامه‌های مورد نیاز جهت ارزیابی عملکرد بام‌های سبز؛ ماخذ: یافته‌های تحقیق.

استانداردهای ارزیابی	تدوین استانداردهایی در خصوص ارزیابی عملکردهای زیست محیطی بام‌های سبز	بعد زیست محیطی
	ایجاد روش‌هایی در مورد محاسبه چگالی حداقل و حداکثر محیط‌های رشد.	
	ایجاد روش‌هایی برای محاسبه و مشخص نمودن بار مرده و زنده مرتبط با سیستم کار بام سبز.	بعد اجرایی
	ایجاد استانداردهایی برای محاسبه میزان نفوذ پذیر و اشباع آب در محیط‌های رشد گیاه.	
ایجاد استانداردهایی برای انتخاب، نصب و نگهداری بام‌های سبز.	بعد نگهداری و دوام	
ایجاد استانداردهایی برای نگهداری آب و زهکشی ژئوفیزیکی بام‌های سبز.		

جدول ۳. جدول راهبردهای توسعه بام سبز: ماخذ: یافته‌های تحقیق.

راهبردها	تعیین اهداف سیاستگذاری	اهداف سیاستگذاری‌ها به معنی تعریف جامع و مشخص نمودن منافع مورد انتظار از توسعه بام‌های سبز در مناطق شهری است.
	مکان‌یابی و نوع ساختمان‌ها برای دستیابی به اهداف	انتخاب مکان‌های درست موجود در یک حوزه و همچنین نوع ساختمان‌ها و کاربری آن اهمیت بسزایی دارد. مالکین انواع مختلف انگیزه‌های اقتصادی و اجتماعی می‌باشند.
	انتخاب انواع مناسب سیاست‌ها	مالکین، با منافع اقتصادی مستقیم از پروژه، کاهش هزینه‌ها و کسب موافقت از مقامات دولتی برای پروسه توسعه‌های آینده، به توسعه بام‌های سبز ترغیب می‌شوند. در نهایت آنکه می‌توان ساخت بام‌های سبز را به عنوان یک اجبار، با سازگار نمودن آن‌ها با مقررات توسعه مطرح کرد.
	تعیین حداقل نیازهای طراحی و اهداف اجرایی	تعیین نیازهای مربوط به ساخت و اجرا می‌تواند بسیاری از اهداف کیفی و کمی را تجزیه و تحلیل کرده و معیارهایی را برای مورد قبول بودن بام‌ها از لحاظ اجرا مشخص کند.
	ملاحظات مالی	بام‌های سبز را نمی‌توان به طور دقیق از جنبه‌ی اقتصادی ارزیابی کرد. زیرا بعضی از منافع که از این بام‌ها عاید می‌شود مانند افزایش کارایی سیستم‌های کنترل سیلاب‌ها و صرفه‌جویی در مصرف انرژی که دو مورد از محسوس‌ترین فواید بام‌های سبز هستند، به صورت دقیق قابل ارزیابی اقتصادی نمی‌باشند.
	استانداردهای ساخت	تدوین استانداردهای ساخت و نگهداری، برای حصول اطمینان از کیفیت بالای اجرای بام‌های سبز و عملکرد طولانی مدت آن الزامی می‌نماید.
	حمایت‌های مداوم از سیاست‌های اجرایی	سیاستگذاری در باب بام‌های سبز بایستی با حمایت دائم از شرکت‌ها و کارخانه‌های سازنده و مجری صورت پذیرد. در این خصوص شفافیت قوانین ساخت و ساز در این حوزه، اطمینان از دست‌یابی به اهداف و چشم‌اندازها را دو چندان می‌نماید.
	اطمینان از سازگاری با اهداف اجرایی	باید بر اجرای بام‌ها، بررسی صحت تکنیکی آن‌ها، بهینه‌سازی هزینه‌ها و کیفیت اجرا توسط شهرداری‌ها نظارت کامل صورت گیرد.

مشکلات را سخت‌تر می‌نمود. به علاوه، منافع خصوصی که در مورد بام‌های سبز ذکر گردید، منافی طولانی مدت هستند که به سازندگان انبوه‌ساز که پس از ساخت بنا را می‌فروشند تعلق نمی‌گیرد. از آنجا که عمده سازندگان در کشور از این دسته هستند لازم است انگیزه‌های بیشتری برای این منظور وجود داشته باشد.

۳. «محدودیت‌های اقتصادی»: یکی از اثرات

جدول ۴. ارکان توسعه پایدار و سامانه های سبز؛ ماخذ: کشتکار و دیگران، ۱۳۸۹.

ارکان توسعه پایدار	نمود در طراحی پایدار	نمود در سامانه بام سبز
۱. پایداری اقتصادی	حفظ و ارتقای وضعیت فعلی اقتصادی بدون تخریب منابع طبیعی	ساخت بام سبز متناسب با اهداف اقتصادی خاص
		ساخت بام سبز متناسب با کاربری خاص
۲. پایداری اجتماعی	توجه به انسان و جامعه افزایش همبستگی اجتماعی و مشارکت عمومی	ایجاد محیط با کیفیت مناسب برای زندگی فردی
		ایجاد فضا برای تعامل اجتماعی ساکنین ساختمان
۳. پایداری زیست محیطی	توجه به هویت فرهنگی کاهش استفاده از منابع طبیعی و انرژی های تجدید ناپذیر جلوگیری از اتلاف منابع انرژی کاهش تولید پسماندها و تأکید بر استفاده مجدد و بازیافت پسماندها کاهش آلودگی ها	طراحی بر اساس هویت ایرانی مانند باغ ایرانی
		صرفه جویی در مصرف انرژی سرمایش و گرمایش
		صرفه جویی در مصرف انرژی سرمایش و گرمایش
		ذخیره سیلابها
		ایجاد عایق صوتی
		تصفیه آب و هوا و جذب ذرات معلق در هوا

مزایای زیست محیطی و به عنوان راه حل اکولوژیک مورد توجه قرار گرفت. تنها در صورتی می توان از مزایای بام های سبز استفاده نمود و به پایداری و دوام آن امیدوار بود که در قالب برنامه های کلان توسعه پایدار و در شاخه سامانه سبز پیگیری و اجرا شود. به عنوان مثال می توان محله ای را در مراکز شهری یک کلانشهر انتخاب نمود و سامانه سبز را در آن اجرا کرد. با تمام مزایای گسترده زیست محیطی بام های سبز، بالا بودن هزینه های اجرایی نصب و راه اندازی، آبیاری و حفظ و نگه داری از فضای سبز این گونه بام ها، و در یک کلام مسائل اقتصادی مانع از آن است که این فناوری نوین جایگاه شایسته خود را در شهرهای پایدار معاصر پیدا کند. قرن گذشته بام ها به دلیل منافع کاربردی شان و این روز ها به دلیل منافع زیست محیطی سبز می شوند. با ادغام این دو ایده و اضافه کردن منافع بی شمار اجتماعی ناشی از کاربردی کردن این فضاها، حکومت های محلی می توانند در راستای توسعه پایدار بام های سبز و مدیریت پایدار شهری گام های مهمی بردارند. این کاربرد می تواند با کاربرد ساختمان هماهنگ گردد. اگر ساختمان دولتی است، از فضای بام آن می توان در راستای نیازهای محله و یا در مقیاسی بزرگ تر نیاز شهر استفاده کرد. با توجه به مشکل اساسی اغلب کلان شهرها در رابطه با توسعه فضای سبز شهری و تقسیم بندی و توزیع عادلانه فضای

احتمالی فقدان آگاهی در مورد منافع اقتصادی دراز مدت و مستقیم محسوس بام های سبز گسترده آن است که هزینه ها بسیار بیش از مقداری که هستند خود را نشان می دهند و متعاقباً در بازار اقتصادی گرایش درخوری به این تکنولوژی وجود ندارد. باید توجه داشت عمده هزینه های اجرایی بام های سبز، تامین ملزومات سازه ای بام هاست که میزان آن به نوع بام سبز و طراحی آن بستگی دارد.

راهبردهای توسعه بام های سبز در طراحی باغ - مدارس

در زمینه توسعه بام های سبز در مدارس لازم است به این نکته اشاره شود که امروزه بهره گیری از بام های سبز باعث افزایش روحیه شادابی، احساس حس خلاقیت آفرینی و تنوع در فضاهای آموزشی شده و بهبود زیست محیطی این فضاها را به همراه دارد. لذا می توان این راهبردها را در قالب جدول ۳ بر شمرد.

نتیجه گیری و جمع بندی

توسعه پایدار در سه حیطة دارای مضامین عمیقی است: «پایداری محیطی، پایداری اقتصادی و پایداری اجتماعی». از دهه شصت میلادی، با مورد توجه قرار گرفتن کیفیت محیط زیست در بافت شهری و تهدیدهای زیست محیطی در شهرهای بزرگ از قبیل آلودگی هوا، ظهور پدیده جزیره گرمایی شهری، بحران انرژی و غیره، سبز کردن بام ها، این بار به دلیل

سبز محله‌ای در تناسب با ساخت و ساز شهری، استفاده کاربردی از بام‌ها به عنوان فضای سبز عمومی یا خصوصی گامی موثر به سوی توسعه و افزایش سرانه فضای سبز در کنار محل کار یا زندگی شهروندان می‌تواند محسوب شده و برای افراد جامعه به خصوص سالخوردگان و کودکان، فضای سبز امنی در کنار محل زندگی به وجود آورد. توسعه پایدار توسعه‌ای کیفی است و متوجه کیفیات زندگی که هدف آن بالابردن سطح کیفیت زندگی برای آیندگان می‌باشد. توسعه پایدار و سیستم‌های پوششی سبز در بام ساختمان‌ها بمنظور حفاظت ساختمان در برابر باران و برف و نگهداری لوازم مکانیکی طراحی شده‌اند. بام‌ها ساختمان را از هدررفتن گرما و خیس شدن محافظت می‌کنند. بام‌های تخت معمولاً فاقد ملاحظات زیبایی‌شناسانه معماری بوده و بنابراین نمی‌توانند در اغنای ارزش زیبایی و معماری ساختمان ایفاگر نقشی باشند و در مقابل، می‌توانند نمایانگر گستره‌ای از امکانات بالقوه طراحی در زمینه منظرسازی باشند و بجز آن، سطوح خشنی به چهره شهر، یا محدوده ساختمان می‌بخشند و نیازمند سیستم دفع آب باران نیز هستند. سبزپوش کردن بام نیازمند گیاهانی است که بدقت انتخاب شده‌اند تا در برابر محیط خشن و بی‌روح محیط پشت‌بام در شرایط کم/بی‌آبی، عوامل اقلیمی، یخ‌زدگی، نسیم دریا و خشکی و غیره مقاومت کنند. نوع گیاهان انتخابی بسته به نوع آب و هوا و شرایط اقلیمی مختلف، متفاوت است. بام سبز یا باغ پشت بام، اوج تلفیق اجرا با محیط است. دتایل‌های اجرایی چنین بامی تفاوت‌چندانی با بام‌های معمول نداشته و شامل عایق رطوبتی - حرارتی، پوشش ضد آب، ماسه و درزپوش می‌باشند و در کنار آن شامل مصالح و عناصری هستند که بتوانند عمل نگهداری و زهکشی رطوبت و اسباب نگهداری گیاهان (مطابق استاندارد) را در ساختمان سازی فراهم آورند. به دلایل متعدد، نماهای سبز از محدودیتهای ساختاری کمتری نسبت به بام‌های سبز برخوردار بوده و در

مقابل، تنوع گیاهی کمتری دارند. بعنوان مثال، مهمترین هدف از توسعه پایدار در آمریکا در جهت هرچه کم‌رنگ نمودن وابستگی به فرآورده‌های نفتی و یا بعبارت بهتر قطع هرگونه وابستگی به ثروت نفت خاورمیانه دور می‌زند و در این راستا تمام توان خود را در هر موقعیت اجتماعی سیاسی در پیشبرد این هدف و تشویق مردم بکار بسته است. به نظر شهرداران در سیستم بام سبز پتانسیل‌های کاربردی زیادی نهفته و بکارگیری این سیستم در شهرها، از میزان هزینه مصرفی انرژی کاسته و به کارایی مفید محیط می‌افزاید. همچنین بام‌های سبز به مساحت قابل ساخت یک پروژه در سایت افزوده و مکان‌های جدیدی برای اجتماع درون - محیط شهری و گردش در فضای بیرون از خانه را فراهم می‌آورند. تشویق و حمایت‌های بی‌دریغ شهرداران در این باب منجر شده است که صاحبان ساختمان کم‌کم به ارزش افزوده آن و مزایای بکارگیری از چنین طراحی، گیاهکاری و تخصیص و ساخت باغ بام‌ها بکمک متخصصین امر و معماران پی‌برند. در این میان ضوابط مختلفی برای این سیستم در حال بررسی بوده و ساخت انواع باغ‌ها نیازمند تصمیمات برنامه‌ریزی شده است که برای حصول نتیجه مدنظر، نیازمند داشتن آگاهی و اطلاع از نحوه استفاده از آن است. بام‌های سبز قابلیت نگهداری و کنترل وزن خاک، باران و برف، مسیر تعبیه شده پیاده و دیگر موارد را فراتر از سیستم مهندسی بام دارد. معمولاً کارخانه‌های سازنده دو مشخصه را برای باغ بام‌ها در نظر می‌گیرند که عبارتند از بام‌های متراکم و فشرده، و بام‌های گسترده و وسیع. بکارگیری هر یک از این مشخصه‌ها به تعریف نوع استفاده از باغ بام، تنوع گیاهی مدنظر و میزان هزینه مدنظر برای ساخت و نگهداری آن بستگی دارد. در راستای تبدیل بام‌های سیاه موجود به بام‌های سبز در ایران باید در قالب الگوهای توسعه پایدار و ضوابط کلان برای آن برنامه‌ریزی نمود و بدین ترتیب این الگوی جامع، همانند طرح‌های جامع دیگر برای شهرها

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۳۸ بهار ۹۴
No.38 Spring 2015

۲۳۷

قابل برنامه ریزی و اجراست. در این رابطه باید موارد زیر را نیز باید در نظر داشت: ۱. از الگوهای جامع موجود در کشورهای پیشرفته در این زمینه و سابقه آنها می توان سود برد؛ ۲. در طراحی الگوی جامع باید اهداف و فواید اساسی مورد انتظار از بام سبز در هر مکان با نتایج امکان سنجی ساختمانهای موجود در آن ترکیب شده و با توجه به آن اقدام به تدوین استانداردهایی نمود که در آن به چگونگی طراحی و اجرای بامهای سبز و نوع مواد بکار رفته پرداخته شود؛ ۳. با در نظر گرفتن تفاوت‌های اقلیمی و مکانی در ایران که دارای تنوع اقلیمی زیادی می باشد، این الگو باید برای مناطق مختلف بصورت جداگانه طراحی شود؛ ۴. به منظور شفاف سازی قوانین و یگپارچگی آن، می باید آیین نامه ها و استانداردهایی توسط متولیان توسعه آن صنعت با بهره گیری از آیین نامه های موجود از جمله FLL آلمان و ASTM آمریکا تهیه گردد. بنابراین تحقیقات و مطالعات دیگری در مورد سامانه بام سبز باید صورت پذیرد که این موضوع را در سایر رشته ها و تخصص ها دنبال نماید و در جهت رفع نواقص این سامانه و توسعه آن در کشور اقدام شود؛ ۵. این الگو باید در برنامه های بلند مدت دولت و سازمانهای متبوع در دستور کار قرار گیرد؛ در مجموع باید به این نکته اساسی توجه شود که هزینه های طراحی و اجرای یک بام سبز نباید با هزینه های یک بام معمولی مقایسه شود؛ بلکه این مقایسه باید با هزینه های سرسام آور ناشی از آلودگی آب، هوا و محیط؛ امراض و مرگ و میر ناشی از این آلودگیها؛ آسیب های فردی و اجتماعی ناشی از نبود فضای سبز در محیط مصنوع صورت گیرد. هزینه های سنگین استفاده از سوختهای فسیلی رو به پایان، تأثیرات عمیق روانشناختی ناشی از نازیبایی و بی روحی شهرها، مسائل ناشی از سیلاب ها و آبگرفتگیها، هزینه های کنترل آبهای سطحی، هزینه های ناشی از عایق کاری و اجرای چند باره بام های سیاه سنتی را به هزینه های فوق باید اضافه نمود. تحقیقات و

مطالعات دیگری در مورد سامانه بام سبز می تواند صورت گیرد که این موضوع را در سایر رشته ها و تخصص ها دنبال نماید و بدین ترتیب در جهت رفع نواقص این سامانه و توسعه آن در کشور اقدام شود؛ این موضوعات می تواند در ارتباط با سرفصل های زیر و در رشته های معماری، معماری منظر، محیط زیست، شهرسازی، مهندسی آبیاری، مهندسی سازه، مهندسی کشاورزی مورد توجه قرار گیرد؛ ۱. اجرای بام سبز بر اساس نیازهای ساختمان؛ ۲. بررسی سازه های دارای بام سبز در ارتباط با زلزله؛ ۳. مدیریت آبیاری بام سبز در جهت کاهش مصرف آب؛ ۴. چگونگی بهینه سازی اقتصادی بام سبز متناسب با نیازهای جامعه؛ ۵. طراحی بامهای سبز در سطح کلان از منظر شهری؛ ۶. طراحی کاشت بام سبز و گیاهان متناسب با اقلیم و ساختمان.

با توجه به موانع موجود در توسعه بام های سبز و با استفاده از تجربیات جهانی، عمده ترین پیش نیازهای توسعه بام های سبز در ایران شامل موارد زیر است: آگاه کردن مدیران و مسئولان میانی شهرداری ها در خصوص منافع بام های سبز؛ افزایش آگاهی عمومی در مورد اهمیت مسائل کیفیت محیط زیست شهری و لزوم مشارکت همه مردم در آن؛ تدوین سیستم نرم افزاری جامعی در مورد مشاوره، دسترسی به تجهیزات مورد نیاز بام های سبز. انجام مطالعاتی کاربردی در زمینه گسترش بام های سبز و انجام چند نمونه؛ همکاری و ارتباط با مراکز تحقیقاتی و پژوهشی و حمایت از پایان نامه هایی کاربردی در این زمینه توسط ارگانها و مؤسسات مرتبط با شهر؛ همکاری معاونت های فضای سبز با نهادها و توسعه دهندگان شخصی به منظور رفع نیازها و مشکلات موجود؛ ارائه طرحهایی به منظور ایجاد بام های سبز ارزان و متناسب با شرایط محیطی با ارائه تسهیلات مالی؛ تعیین گونه های گیاهی سازگار به محیط شهری در مناطق مختلف اقلیمی و روشی کشور؛ ارائه طرحهایی برای جلب استقبال بخش خصوصی به منظور سرمایه گذاری و تبلیغ بام های

سبز؛ توسعه زیرساخت های لازم، لوازم و تجهیزات مورد نیاز به طور گسترده و فروش آن.

منابع و مآخذ

۱. بدری، سیدعلی و عبد الرضا رکن الدین افتخاری (۱۳۸۲) ارزیابی پایداری: مفهوم و روش، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۹، صص. ۳۴-۹.
۲. برک پور، ناصر. اسدی، ایرج (۱۳۸۸) نظریه های مدیریت و حکمروایی شهری، انتشارات دانشگاه هنر
۳. بری، جان (۱۳۸۰) محیط زیست و نظریه اجتماعی، ترجمه حسن پویان و نیره توکلی، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، تهران.
۴. بمانیان، محمدرضا و محمودی نژاد، هادی (۱۳۸۷) شهرسازی رفاه گرا: بجانب ارتقاء کیفیت محیطی، سازمان شهرداریهای کشور.
۵. بنتلی، ای یین و همکاران (۱۳۸۲) محیط های پاسخده، ترجمه مصطفی بهزادفر، تهران، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
۶. پایگ، سدریک (۱۳۸۴) شهرهای پایدار در کشورهای در حال توسعه، ترجمه ناصر محرم نژاد، تهران، مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.
۷. پرمن، راجرز، یوما و مک گیل ری جیمز (۱۳۸۲) اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، حمیدرضا ارباب، تهران، نشر نی، اول.
۸. رکن الدین افتخاری، عبدالرضا و محسن آقایی هیر (۱۳۸۶) سطح بندی پایداری توسعه روستایی، مطالعه موردی بخش هیر، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۶۱، صص ۴۴-۳۱.
۹. رهنما، محمد رحیم (۱۳۸۸) برنامه ریزی مناطق مرکزی شهرها، نشر دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.
۱۰. زاهد، شمس السادات و غلامعلی نجفی (۱۳۸۵) بسط مفهومی توسعه پایدار، فصلنامه مدرس علوم انسانی، شماره ۴، صص ۴۴-۷۶.
۱۱. نعمتی، محمدعلی (۱۳۹۰) بررسی جایگاه بام های سبز در پیشبرد طراحی پایدار در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه شیراز.
۱۲. کشتکار قلاتی، احمدرضا و انصاری، مجتبی و نازی دیزجی، سجاد (۱۳۸۹) توسعه سامانه بام سبز بر اساس معیارهای توسعه پایدار در ایران، نشریه هویت شهر، شماره ۶
۱۳. کشتکار قلاتی، احمدرضا (۱۳۸۸) مطالعه و طراحی بام سبز متناسب با شرایط بومی (مورد مطالعه: طراحی یک بام سبز در تهران)، پایان نامه کارشناسی ارشد معماری منظر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۱۴. انصاری مجتبی و کشتکار قلاتی احمد رضا (۱۳۸۵) بررسی چالش ها و عوامل موثر در عدم گسترش و توسعه بام های سبز در ایران، ماهنامه بین المللی راه و ساختمان، شماره ۶۲
۱۵. سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران (۱۳۸۹) توسعه عمودی فضای سبز بام های سبز، ستاد توسعه عمودی فضای سبز، تهران، تهران، ایران <http://www.parks.tehran.ir>
۱۶. شرقی، علی و محتشمی، محمدحسین (۱۳۸۶) فضای سبز در ساختمان های بلند با رویکردی دوباره به طبیعت، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نهم، شماره چهارم
۱۷. رضویان، محمدتقی و غفوری پور، امین و رضویان، ماهان (۱۳۸۹) بام های سبز، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره دهم
۱۸. نهرلی، داود و عبداللهی و مهدی و ولی بیگی، مجتبی (۱۳۹۰) بررسی عوامل محدودکننده توسعه بام های سبز در ایران بر پایه تحلیل سلسله مراتبی. محیط شناسی. شماره ۶۰، صفحه ۸۹-۹۸
19. Akbari H, Pomerantz M. and Taha H (2001) Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban area, Solar Energy, 70 310-295 : (2001)
20. Canadian Mortgage and Housing Corporation (2004) Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada. Online:
21. http://www.cmhcschl.gc.ca/en/imquaf/himu/wacon/wacon_088.cfm
22. Donnelly M (1992) Architecture in the Scandinavian Countries, The MIT Press, Cambridge, MA

23. Dunnett NP, Kingsbury N (2004) *Planting Green Roofs and Living Walls*, Portland (OR): Timber Press.
24. Farrar L (1996) *Gardens of Italy and the Western Provinces of the Roman Empire from the 4th Century BC to the 4th Century AD*, BAR International Series No. 650
25. Frazer L (2005) Paving paradise, *Environmental Health Perspectives* 462–457 :113
26. Gaudet C (1985) Sunspots, *Landscaping for Energy Efficiency*, Harrow smith Volume X: 1, No. 61, June/July 1985, p. 24
27. Johnston J and Newton J (1992) *Building Green: A Guide to Using Plants on Roofs, Walls, and Pavements*. The London Ecology Unit; London
28. Kralli MN, Kambezidis HD and Cassios CA (1996) "Green Roofs" policy in cities with environmental problems, *Fresenius Environmental Bulletin*, :(8-7) 5 429–424
29. Liesecke HJ, Krupka B and Brueggemann H (1989) *Grundlagen der Dachbegruenung, Zur Planung, Ausfuehrung und Unterhaltung von Extensivbegruenungen und Einfachen Intensivbegruenungen*, Patzer Verlag, Berlin, Hannover, Germany
30. Minke G (2007) *Inclined Green Roofs- Ecological and Economical Advantages, Passives Heating and Cooling Effect*, CESB 07 PRAGUE Conference. Internet address:
31. www.cesb.cz/cesb07_proceedings/096_Minke.pdf Accessed May 2010 ,4
32. Minke G and Witter G (1982) *Haeuser mit Gruenem Pelz, Ein Handbuch zur Hausbegruenung*; Verlag Dieter Fricke GmbH, Frankfurt, Germany
33. Niachou (2001) Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance, *Energy and Buildings*, 729–719;(2001) 33
34. Peck S and Kuhn M (2003) *Design Guidelines for Green Roofs*, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, and the Ontario Association of Architects, Toronto
35. Pieper J(1987) "The Nature of Hanging Gardens"; in *Daidalos* 23#, March 1987 ,15, pp. 109-94
36. The New York Times, "Scientists Watch Cities Make their Own Weather," August 2000 ,15. Re natur, company, Germany. 1996 to 2000. Interviews conducted by the author Ulrich RS and Parsons R, "Influences of Passive Experiences with Plants on
37. VanWoert ND, Rowe DB, Andresen JA, Rugh CL, Fernandez RT and Xiao L (2005) *Green Roof Storm water Retention: Effects of Roof Surface, Slope, and Media Depth*. *Environmental Quality*, 1044-1036 :34
38. Kanter, Rob. (2005). *Environmental Almanac: Trees, Green Space, and Human Well-being*. Toronto.
39. Townshend, D. (2006). *STUDY ON GREEN ROOF APPLICATION IN HONG KONG*. Architectural Services Department and Urbis Limited.
40. Akbari, H. and Pomerantz, M. and Taha, H. (2001). *Cool Surfaces and Shade Trees to Reduce Energy Use and Improve Air Quality in Urban Areas*. University of Pennsylvania: Solar Energy
41. Greater Manchester Green Roof Guidance. (2009). Manchester city council, northwest regional development agency.
42. Liptan, T.(2003). *Planning, Zoning and Financial Incentives for Ecoroofs in Portland, Oregon*. Proceedings from Greening Rooftops for Sustainable Communities. Chicago: First North American Green Roof Infrastructure Conference.
43. Ngan, G.(2004). *Green Roof Policies: Tools for Encouraging Sustainable Design*. Canada: Landscape Architecture Canada Foundation
44. Köhler, Manfred. (2003). *the Green Roof Tradition in Germany: the Example of Berlin*. In Press. New York: Earthpledge Handbook, Green roofs Earthpledge.
45. Banting, D and Doshi, H and Li, J and Missios, P. (2005). *Report on the Environmental Benefits and Costs of Green Roof Technology for the City of Toronto*. Toronto, Ontario: Dept. of Architectural Science, Ryerson University.
46. Yok, T.P. and Sia, A. (2005). *A Pilot Green Roof Research Project in Singapore*. Washington D.C: Green Roofs for Healthy Sustainable Cities Conference.
47. <http://www.wbdg.org/resources/greenroofs.php>
48. <http://www.lotuslive.org/buildings/greenroof.php>