

مدیریت شهری

شماره ۳۸ بهار ۹۴

No.38 Spring 2015

۲۱۵-۲۴۰

زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۱۲/۸

زمان دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۳/۱۲

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

حمید ماجدی - دانشیار و رئیس 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، پاکستان پژوهشگران جوان و
نخبگان، تهران، ایران.

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

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.

چکیده

امروزه بکارگیری بامهای سبز در طراحی معماری و شهر مورود توجه ویژه‌ای 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 عمدۀ 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 آلودگی‌های جوی و افزایش نسبت اکسیژن هوا و غیره می‌باشد. از طرفی طراحی ساختمان با بام سبز منجر به افزایش پایداری و مدیریت صحیح بارانهای سیل آسا و آب باران می‌گردد. اکثر کشورهای توسعه یافته در این راستا در این راه قدم نهاده‌اند 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-مدرسۀ 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 مسؤول مکاتبات، شماره تماس: ۳۳۵۹۴۹۵۰، ریانه‌نامه: archi.2010@yahoo.com

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

مقدمه

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 پژوهه‌ها 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 (نهانی 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 برنامه‌ریزی 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 کنجدکاو این فناوری جدید شد، چنانچه امروزه بام سبز در برنامه‌ریزی شهری

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 آلدگی 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 پیشرو تر بودند و فعالیت‌های گستردۀ 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 تا 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 مدویون 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

شمال آمریکا در مناطقی مانند شیکاگو، پورتلند، اورگن و تورنتو کانادا به صورت دستورالعمل های 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 آلوگی‌های زیست محیطی همچون آلوگی‌هوا، آلوگی‌های ناشی از فاضلاب شهری، آلوگی صوتی و آلوگی 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 تؤمن 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 مسایلی 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 انتهای نیز نتیجه گیری 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؛ باگهایی که در هوا معلق نبوده بلکه در واقع روى بام‌ها و مهتابی‌های چند ساختمان قرار داشتند. این باغ در سال ۶۰۰ قبل از ميلاد به دستور بخت نصر برای همسرش که شاهزاده خانمی از ماد و دلتگ 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 ستون‌های 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 تاباغ 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 پائین 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،

افقی و عمودی و جنگل زدایی و افزایش نابودی گونه‌ها، تولید بی سابقه مواد زائد، پدیدارشدن اثرات گلخانه‌ای 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 «کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه» بطور رسمی در دستور کار سیاسی قرار گرفت. همچنین در سال ۱۹۹۲ در «اجلاس سازمان ملل» در شهر «ریودوزانیرو» 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 مذبور تمام کشورها مکلف به تدوین برنامه‌های استراتژیک و عملی جهت اجرای مفاد دستور کار ۲۱ در مقیاس ملی کشور خود تحت عنوان دستور کار ۲۱ محلی گردیدند. برنامه اجرائی 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

به طور متوسط ۲۰ نفر زندگی می کنند. چه بگوییم وقتی که در تمام محله یک توالع 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 «کلوب 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 متعدد استکلهلم» 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

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

مردم می بایستی در مرکز توجه قرار گیرند. حفاظت از محیط زیست جنبه حیاتی دارد ولی به تنها ی 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.

به تزییق پایداری در استراتژی‌ها و فعالیت‌های خود نموده‌اند. این طرز فکر برای مثال بعد از کنفرانس جهانی تجارت برای توسعه پایدار (WBCSD) منجر به یک ائتلاف وسیع از ۱۶۵ کمپانی بین‌المللی برای تدوین یک ميثاق‌نامه 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 زیست‌محیطی را سرمشق فعالیت‌ها و برنامه‌های خود قرار ندادند).؛ بسیاری از سازمان‌های حرفه‌ای شامل انجمن‌های علمی و مهندسی توسعه پایدار را در تبلیغات و قوانین خود دخیل کرده‌اند. یکی از مهمترین و مؤثرترین تعاریف در این زمینه از «استراتژی برای حیات پایدار» گرفته شده است. تعریف دیگری که از تلفیق نظریات و مکتبات UNEP، اتحادیه بین‌المللی برای حفظ طبیعت (IUCN) و WWF که برای توسعه پایدار آمده عبارت است از:

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

مجموعه دانشمندان فعال در این زمینه نیز بیان می‌کنند که بشر می‌بایست در محدودیت سیستم‌های طبیعی زندگی کردن را بیاموزد در حالی که به یک تضمین از استانداردهای کافی و مناسب برای همه افراد وجود داشته باشد. بر اساس کیمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه، موضوعات اساسی توسعه شامل «جمعیت و توسعه، امنیت غذایی، تنوع حیات گونه‌ها و محیط زیست، انرژی، صنعت و چالشهای شهری» می‌گردد. بر این اساس کیمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه، توسعه پایدار را الگویی از توسعه می‌داند که نیازهای بشری را بدون از بین بردن توانایی نسلهای آینده تعریف می‌کند. 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

۳. نیاز به عدالت اجتماعی و تنوع فرهنگی در جهت آنکه اجتماعات محلی در بیان ارزش‌های انسان برای حل مسائل توانمند گردد.

مفهوم توسعه پایدار نیز انجام سرمایه‌گذاری کافی در زمینه آموزش، بهداشت اجتماعی و انرژی است؛ بطوری که بدھی اجتماعی برای نسل آینده بوجود نیاورد. از این بستر توسعه پایدار تنها بر جنبه محیط زیست نظر ندارد و تمامی زمینه‌های زندگی انسان را در بر می‌گیرد که می‌بایست در راستای تحقق آن تغییرات اساسی در سیاستهای ملی و بین‌المللی صورت گیرد. مدل‌های توسعه پایدار می‌بایستی 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، مجموعه‌های از تعریف‌ها را ایجاد کرده است. میزان وسیعی از گروه‌ها (بخشی از دولتهای ملی تا سازمان‌های بین‌المللی) با این مفهوم هماهنگ شده‌اند و آن را در همکاری‌ها و فعالیت‌های ایشان وارد کرده‌اند؛ برای مثال در دولت انگلیس استراتژی توسعه پایدار این گونه تعریف می‌شود: «یک مفهوم ساده از تضمین زندگی با کیفیت بهتر برای هر کسی که در حال یا در آینده زندگی خواهد کرد» (DET 1999). این استراتژی تأکید می‌کند که ابزار توسعه پایدار در جهان و انگلیس شامل چهار موضوع است:

۱. پیشرفت اجتماعی که به عنوان نیاز برای هر شخصی تلقی می‌شود؛
۲. حفاظت مؤثر از محیط‌زیست؛
۳. استفاده محاطه‌انه 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 یافته‌ها و مقبولیت توسعه پایدار در بخش تجاری رشد قابل ملاحظه‌ای داشته است. بسیاری از کمپانی‌های در حال پیشرفت، شروع

(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 بیاندازیم 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.& 2003:40):

۱. «درک ارزش فرآیند و تغییر»: فرآیندهای طبیعی غیر ایستاده استند 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. «سود محیطی»: پایه ای برای درک گستره 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».^(4,9: Watson 2003)

«نیروی ویژه مسائل شهری» (Urban Task Force) و «جنبشه رشد هوشمند» (Smart growth) به روشنی اشاره کرده اند که نادیده انگاشتن ملاحظات

کیفیت زندگی شهری و افزایش رفاه شهری وندی ممکن نخواهد شد. پیشینه تحقیق نشان می دهد تاکنون ۴۰۰ شاخص برای توسعه پایدار تعريف 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 بیلهارز» (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.» «قرخلو و حسینی» (۱۳۸۵)، در تعریف شاخصهای توسعه پایدار شهری به محورهای جمعیت، موقعیت اقتصادی، تغییر اقلیم، کیفیت هوای، 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 مرکز 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 غیرمنتظره 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

جدول ۲. ابعاد و شاخص‌های پیشنهادی پایداری؛ مأخذ: یافته‌های نگارندگان.

شاخص	بعد	سازمان
سود، اشتغال، سلامت ذخایر آب، خانوار، کیفیت زندگی، میراث فرهنگی، توزیع درآمد و فقر، نرخ جرایم، جمعیت، دسترسی به منابع و غیره.	اجتماعی	کمیته امور اجتماعی و اقتصادی سازمان ملل (سال ۲۰۰۰) (2009:69, Golusin)
انرژی، مدل‌های تولید و هزینه، مدیریت پسمندها، حمل و نقل، معدن کاوی، ساختار اقتصادی و توسعه، تجارت، بهره‌وری	اقتصادی	
کیفیت و پاکی آب، کشاورزی و آذوقه، شهرنشینی، اراضی ساحلی، وضعیت اکولوژیکی دریاهای، ماهیگیری، آلودگی هوا، پایداری توریسم، پایداری مدیریت جنگل، تغییرات در استفاده از خاک	محیطی	
همگرایی در سیاست گذاری، بازسازی ظرفیتها، دسترسی عموم به اطلاعات، قرارداد همکاریهای بین المللی، مشارکت عمومی، سازمان‌های قانونی و قانون گذاری	نهادی و تشکیلاتی	
تعادل وابسته به آشناسی، کیفیت آب، کیفیت هوا، تغییرات پوشش گیاهی، استفاده از خاک، فرسایش، مراقبت از نظر طبیعی	طبیعی	رهیافت‌های پیشنهادی توسعه پایدار (سازمان ملل) (سال ۲۰۰۲)
سود (سطح تحصیلات)، سلامتی (مرگ و میر کودکان)، مراقبت پزشکی، فقر، دسترسی به آب شرب، تاسیسات فاضلاب، دسترسی به برق	اجتماعی	(1996) OECD
اشغال، تولید ناخالص، ارزیابی محیطی	اقتصادی	
تراکم، تغییرات، ساختار، خانوار، جامعه	جمعیت و مهاجرت	
درآمد، مسکن، سود، سلامتی، امنیت	برابری و رفاه اجتماعی	
نیروی کار، اشتغال، تولیدات، سرمایه گذاری	عملکرد و ساختار اقتصادی	(1997) UN/PCSD
آب، کیفیت هوا	پایداری و محیط	
مقابله با فقر، ارتقای سود، آگاهی عمومی و آموزش، مراقبت و ارتقای سلامتی انسان، ارتقای پایداری توسعه سکونتگاه‌های انسانی، همیاری و سرمایه اجتماعی	اجتماعی	
تغییر الگوی مصرف، منابع مالی و مکانیسم آن	اقتصادی	
آب، زمین، منابع طبیعی، اتمسفر، پسمندها	زیست محیطی	(قادری و امیری، ۱۳۸۵-۱۴۰۰)
همگرایی در سیاست گذاریهای محیطی و توسعه، آگاهی برای توسعه پایدار، قوانین بین المللی زیست محیطی، اطلاعات برای تصمیم‌گیری، تقویت نقش گروههای مدنی	نهادی و تشکیلاتی	
موقعیت، فاصله، تپوگرافی، کیفیت و کمیت آب، حفظ کیفیت خاک، جلوگیری از تخریب محیط زیست، استفاده از کود‌های شیمیایی و سم در مزارع	زیست محیطی	
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، فرستهای برابر برای افراد مختلف	اجتماعی	
اشغال، 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	اقتصادی	

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 کامل‌کننده اطلاعات سیستم‌های پیچیده می‌باشد.

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 معرفه‌های پایداری مفهوم جدیدی هستند که با هدف ارزیابی پایداری در برنامه‌ریزی و توسعه مطرح می‌شوند و در جوامع شهری و روستایی، منعکس کننده مولفه‌های اساسی و بنیادی برای سلامت اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی جامعه در بلندمدت و طی نسلها هستند (کاظمی، ۱۳۸۰، ص ۱۵).

روش‌های 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 معروف‌ترین 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). ردپای اکولوژیکی ابزاری برای مدیریت استفاده از منابع توسط افراد می‌باشد. این روش، محدوده‌ای را اندازه‌گیری می‌کند که در آن استفاده بشر از منابع تولیدی سریع‌تر

پایداری طراحی شهری همچون کاربری مختلط، ارتباطات و دسترسی‌ها می‌تواند به پایداری کمتر، عدالت اجتماعی کمتر و در یک مفهوم گسترده‌تر 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 انها با شرایط و نیازهای جدید. در این اصل بر حفاظت و بهسازی اینیه و بافت‌های شهری تاکید می‌شود»؛

۲. «اصل دوم: حفاظت از منابع و چشم انداز‌های طبیعی»؛

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

در این ارتباط می‌توان گفت که:

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

۲. شاخصها مجموعه داده‌های مخصوص یا دگرگون

1. Ecological Footprint
2. Wackernagle
3. Rees

4. Folke et al
5. Lu et al

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

۳. «روش میزان سنج یا پارامتر پایداری»^۳
این الگو که توسط «اتحادیه بین المللی 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، تحقیقات، بیکاری، فقر، درآمد و
جرائم 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
اندازه‌می‌گیرد. موهبت منابع طبیعی، سطح آلودگی
گذشته و حال، استفاده از منابع طبیعی و ظرفیت‌های
اجتماعی برای حل مشکلات حال و آینده از جمله
مسایلی هستند که چالش‌های مختلف کشورها
درباره محیط زیست را منعکس می‌نمایند.^۹

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

از بازتولید آن‌هاست. در واقع ردپای اکولوژیکی،
محدوه‌ای 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 مسئله
منجر به ناپایداری می‌شود.

۲. «چارچوب فشار- وضعیت- پاسخ»^{۱۱}: در
نشست کشورهای عضو «سازمان توسعه و همکاری
اقتصادی»^{۱۲} (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»^{۱۳} (PSR)
نامیده شد. این چارچوب بر اساس مفهوم علیّت
ارایه شده است و این گونه توصیف می‌شود: فعالیت
های انسان بر محیط زیست فشار وارد کرده (فشار)
و کمیت و کیفیت منابع طبیعی آن را تغییر می‌
دهد (وضعیت) و جامعه به این تغییرات با اعمال

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
7. زیرشاخص‌های بهبود اکوسیستم بر اساس ۵۱ متغیر و زیرشاخص‌های 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).^{۱۴}
8. Environmental Sustainability Index
9. هسته اصلی شاخص (ESI)، مستجمل بر ۲۱ شاخص پایداری محیط است که می‌تواند در ۵ مؤلفه خلاصه گردد؛ ۱- مؤلفه سیستم‌های زیست محیطی (شامل شاخص‌های کیفیت هوای، کیفیت آب، کمیت آب، جانوران و زمین)، ۲- مؤلفه کاهش فشارهای محیطی (شامل شاخص‌های کاهش آلودگی هوای، 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 مرتبه با محیط زیست)، ۴- مؤلفه ظرفیت نهادی و اجتماعی (شامل شاخص‌های نظارت بر محیط زیست، تأثیر بخش خصوصی، داشت و تکنولوژی و کارایی محیط زیست)، ۵- مؤلفه همراهی و مشارکت جهانی (شامل شاخص‌های مشارکت در تلاش‌های متشترک 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

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 ارایه شده است. متغیرها با استفاده از «روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی»^۶ (AHP)، وزون 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 توسعه 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»: «هینکو»^۹ (۲۰۱۱)، به دلیل مفهوم چند بعدی، نامطمئن و مبهم توسعه پایدار شهری، به پیروی از «فیلیس و اندریان»^{۱۰} (۲۰۰۱) و با استفاده از روش SAFE به محاسبه شاخص توسعه پایدار شهری پرداخته است. در مطالعه‌ی، 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.

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.^۲ 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^{۱۶}، 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، زیر بنایی، 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

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. Phyllis and Andriantiatsaholainaina

11. Smooth Dynamics

12. Positive Growth Prospects

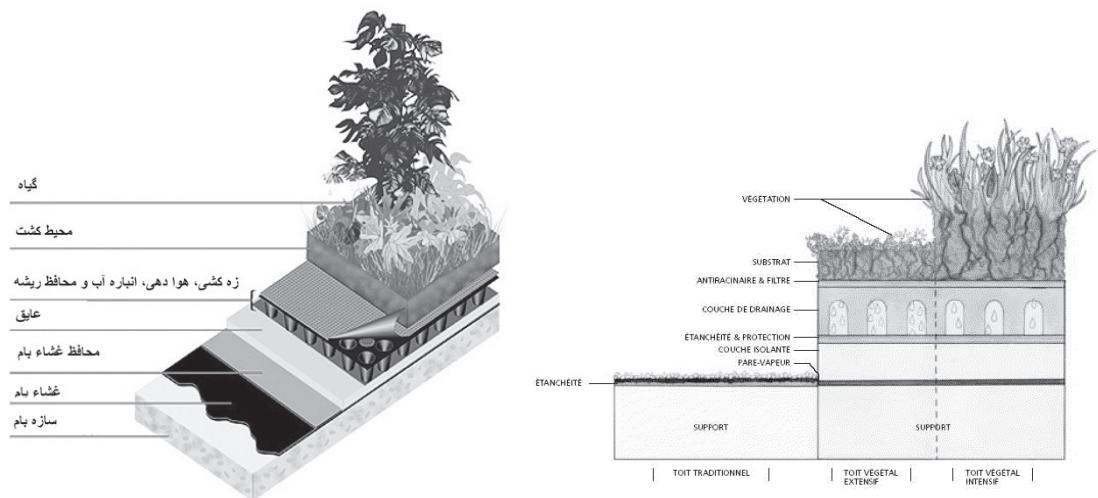
13. Current Status

14. Evolving Potential

15. Driven Responses



تصویر ۱. باغ - مدرسه آبروزی، مأخذ: <http://abruzzischoolgarden.com>



تصویر ۲. ریز جزئیات و نمونه های بامهای سبز، مأخذ: کشتکار و دیگران، ۱۳۸۹.

مدد پرست شهری

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

۲۲۵

بامهای سبز

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 بامهای سبز در زمینه صرفه جویی در انرژی، سبز کردن بامها 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 بامها 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 محیط کشت رویشی یا لایه کاشت؛ تثبیت کننده و محافظت ریشه؛ لایه زه کشی، هوا دهی و انباره آب؛ لایه محافظ رطوبتی و عایق بندي برای محافظت از

دست اندکاران این صنعت به عنوان «بام‌های سبز گستردۀ» و «بام‌های سبز متمرکز» مشخص شده است.

۱. «بام سبز متمرکز»^۱: بام‌های متمرکز، با وزن بیشتر، هزینه‌های کلی بیشتر، دامنه گیاهان قابل کشت بیشتر و ملزمات 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 میلی متر 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 مداوم تر از بام‌های سبز گستردۀ می‌باشد. (۲۰۰۱، Akbari- Pomerantz- Taha)

۲. «بام سبز گستردۀ»^۲: بام‌های سبز گستردۀ 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 میلی متر 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 بین المللی می‌گردد 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 «گستردۀ متمرکز (فسرده) و مدولار یا جعبه گیاه» (رضویان و همکاران، ۱۳۸۹)، طبقه‌بندی بام‌های سبز به دو

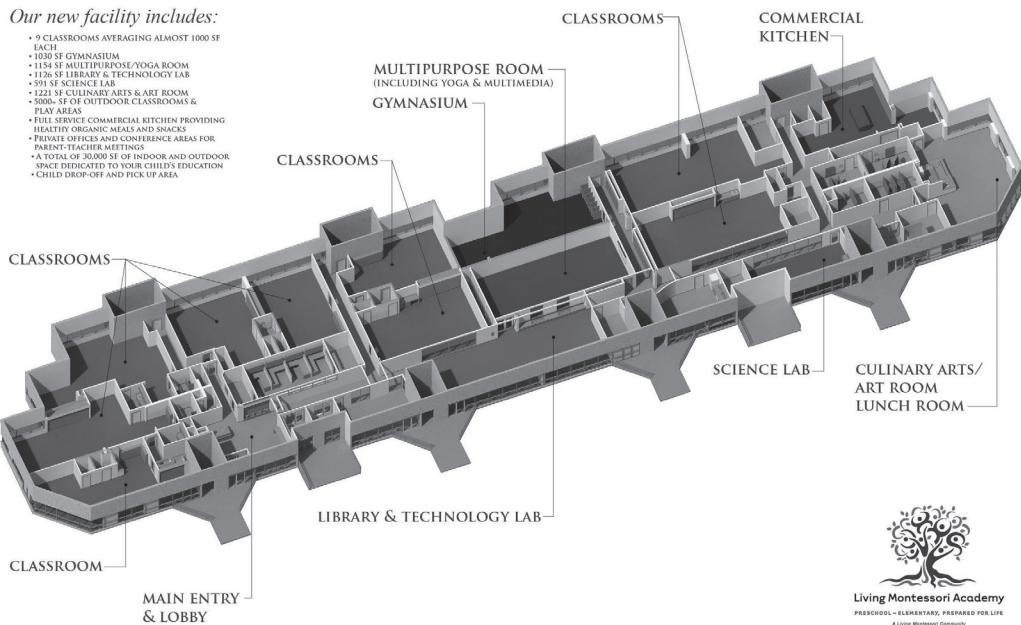
دسته «قابل‌دسترسی و غیرقابل‌دسترسی» که در اغلب موارد سقف‌های قابل‌دسترسی، با سقف‌های متمرکز و سقف‌های غیرقابل‌دسترسی، با سقف‌های گستردۀ مطابقت دارند (Dunnett and Kingsbury, 2004) و تفکیک بام‌ها به مسطح و شیبدار اشاره کرد. در یک تقسیم‌بندی دیگر، دو نوع پایه‌ای از سیستم‌های بام سبز وجود دارد، که از نقطه نظر



تصویر ۳. باغ مدرسه ادلهايد استراليا، مأخذ: www.dorsetdesignbuild.co.uk

Our new facility includes:

- 9 CLASSROOMS AVERAGING ALMOST 1000 SF EACH
- 1030 SF GYMNASIUM
- 1154 SF MULTIPURPOSE/YOGA ROOM
- 1380 SF LIBRARY & TECHNOLOGY LAB
- 591 SF SCIENCE LAB
- 1221 SF CULINARY ARTS & ART ROOM
- 5000 SF COMMERCIAL KITCHEN AND PLACES TO EAT
- FULL SERVICE COMMERCIAL KITCHEN PROVIDING HEALTHY ORGANIC MEALS AND SNACKS
- PRIVATE OFFICES AND CONFERENCE AREAS FOR PARENT-TEACHER MEETINGS
- A YOGA STUDIO WITH INDOOR AND OUTDOOR SPACE DEDICATED TO YOUR CHILD'S EDUCATION
- CHILD DROP-OFF AND PICK UP AREA



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

مدرس 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. احرای این بام‌ها از لحاظ عملی با دشواری‌ها و پیچیدگی‌های زیادی همراه است و عدم درک درست از این دشواری‌ها می‌تواند بدلیل توانایی تطبیق با آب و هوای محل، انتخاب خوبی برای بام‌های سبز می‌باشد. در این بام‌ها حداقل تجارب عملی و رسیدگی‌های تکنیکی برای نصب و نگهداری لازم است. (Townshend, 2006, p.8) توسعه برنامه‌های انگیزشی در توسعه این صنعت از بزرگترین مشکلات پیش رو در جهت گسترش و عمومی ساختن آنهاست. مسئله‌ای که برخلاف ظاهرش بسیار زمان بر و پر هزینه است. از آنجا که سامانه بام سبز در کشورهای توسعه یافته به عنوان یک راه حل برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار پذیرفته شده، این کشورها مجموعه‌ای از سیاستها را جهت همگانی ساختن این سامانه اتخاذ نموده اند (کشتکار، انصاری و نازی، ۱۳۸۹). ساخت انواع باغ بام‌ها نیازمند برنامه‌ریزی و دانش خاص آن است. بام‌های سبز از نظر قابلیت نگهداری و کنترل وزن خاک، باران و برف و تعییه مسیرهای پیاده دستیابی به یک محیط پایدار را تسهیل می‌کند.

سیستم گسترده بامهای سبز

سیستم گسترده دارای ویژگیهای زیر است:

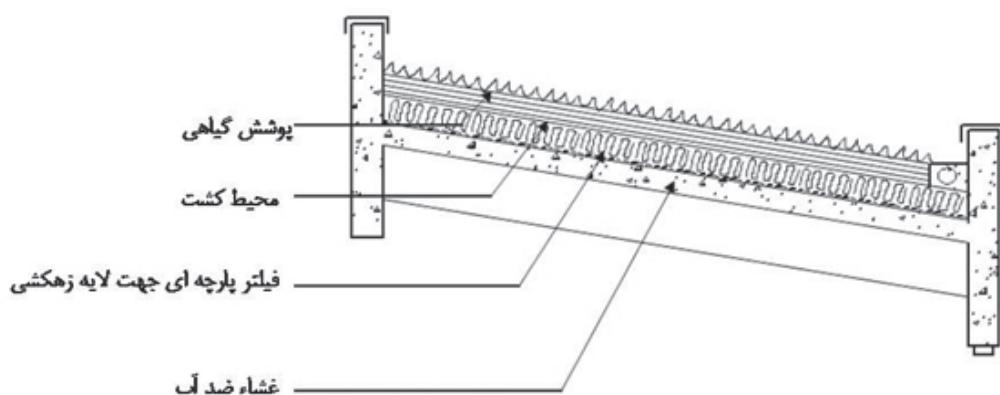
۱. این سیستم به نام مقطع عمیق یا باغ بام نیز شناخته می شود.
۲. بام های سیستم متمرکز نیازمند عمق متعارفی از خاک برای رشد گیاهان حجیم و چمن معمولی می باشند.
۳. این نوع از بام سبز شامل انواع مختلفی از گیاهان می باشد و مشابه یک پارک طراحی می شود.
۴. به طور اخص، فقط پرسنل نگهداری و تعمیر به

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

۱. سقف ساختمان یا آن چیزی که هم اکنون بر بام همه ساختمان ها 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 می کند.
۳. خاک و کود و سیستم آبیاری باغ که هر کدام با دقت در محل خود قرار می گیرند (رضویان و همکاران، ۱۳۸۹).

سیستم متمرکز نیز دارای ویژگی های زیر است:

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



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

جان پناه که در مقابل باد هم مقاومت می کند

مهار ریشه درخت (بیلید غشاء ضد آب سقف را سوراخ کند)

محیط کشته به عمق ۵۰ تا ۶۰۰ میلیمتر برای درختان کوچک

فیلتر پارچه ای جهت زهکشی

غشاء ضد آب

زهکشی در قسمت چاله درخت

قرار دادن گیاهان بزرگ بر روی ستون ها و تیر های اصلی

تصویر ۶. نمونه بامهای سبز متتمرکز؛ مأخذ: رضویان و دیگران، ۱۳۸۹.

مدیریت شهری

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

۲۲۹

پوشش گیاهی

آبلاری

لنتهای سطح محیط کشت

سیستم زهکشی پیش ساخته

محیط کشت

ریشه

غشاء ضد آب به همراه تخته محافظا

زهکش

جبهه گیاه بتی

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

جذب آلاینده‌ها، 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 بامهای سبز در صورتی که به صورت گسترشده و در ابعاد وسیع در فضای شهری و در طراحی باغ-مدرسه‌ها اجرا شوند، با جذب دی‌اکسیدکربن و تولید اکسیژن، موجب تصفیه و کاهش آلودگی به نحو شاخصی خواهند بود. برطبق مطالعات انجام شده توسط یک گروه تحقیقاتی در

سیستم مدولار یا جعبه گیاه

در این سیستم گیاهان در جعبه‌های مخصوصی که تمام یا بیشتر بام سبز را می‌پوشاند، کشت و نگهداری می‌شوند. در سیستمهای غیر مدولار محیط کاشت یک لایه پیوسته بر روی بام سبز می‌باشد. در سیستم مدولار این محیط ناپیوسته است.

مزایای بامهای سبز در طراحی باغ-مدارس بامهای سبز دامنه وسیعی از فواید اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را در بر می‌گیرند که این امر در طراحی باغ-مدرسه‌ها اهمیتی مضاعف دارد. مزایای زیست محیطی انکار ناپذیر بامهای سبز در زمینه کاهش آلودگی هوا، کاهش گازهای گلخانه‌ای،



تصویر ۸. باغ - مدرسه‌ها ضمن ایجاد طراوت و شادابی در روحیه دانش آموزان، امکان افزایش خلاقیت و ظهور فرایند ایده پردازی را در آنها میسر می‌سازند؛ در حین حال که می‌توانند 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؛ مأخذ نگارنده.

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

مأخذ: محمودی زرنده و دیگران .۱۳۸۹

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

مدرسه شهری

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

۲۳۰



تصویر ۸. باغ - مدرسه‌ها ضمن ایجاد طراوت و شادابی در روحیه دانش آموزان، امکان افزایش خلاقیت و ظهور فرایند ایده پردازی را در آنها میسر می‌سازند؛ در حین حال که می‌توانند 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؛ مأخذ نگارنده.

مدیریت شهری

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

۲۳۱

دمای شهر تا حد زیادی کاهش می‌یابد و به سالم سازی هوای شهر کمک می‌کند. بر اساس مطالعات شورای ملی تحقیقات کانادا چنانچه فقط ۶ درصد بام‌های شهر تورنتو سبز گردند، هوای شهر ۱ تا ۲ درجه سانتیگراد خنک‌تر می‌شود.

مزیت دیگر بام سبز در طراحی باغ-مدرسه‌ها در مقایسه با بام‌های سنتی، ذخیره‌ی انرژی و کاهش هزینه‌های گرمایش و سرمایش بنا می‌باشد. رویش گیاه بر روی بام‌ها موجب کاهش حرارت و دمای هوای اطراف بنا در تابستان شده و به دلیل قابلیت عایق سازی لایه‌های کاشت و گیاهان، از ورود گرمای بیرون به داخل بنا جلوگیری می‌کند. همین خاصیت عایق سازی بام سبز در زمستان، باعث کاهش نیاز به انرژی گرمایی در داخل ساختمان شده و به ذخیره‌ی انرژی بنا کمک می‌کند. در کانادا، خانه‌ای 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 بام‌های سبز شهرداری شیکاگو، در اثر کاهش ۱ درجه فارنهایت دما، ۱,۲ درصد در مصرف انرژی صرفه جویی می‌شود. با توسعه و گسترش بام‌های سبز در مقیاس شهری، ابعاد صرفه جویی انرژی در بخش دولتی و خصوصی، با توجه به بحران انرژی قرن حاضر می‌تواند در مقیاس جهانی مفید واقع گردد.

از دیگر مزایای زیست محیطی بام‌های سبز در طراحی باغ-مدرسه‌ها می‌توان به حفظ و نگهداری آب باران در هنگام طغیان‌ها اشاره کرد. هرچه سطوح ساخته شده، از مواد مصنوع و سخت‌تری باشند، آب کمتری می‌تواند به طور طبیعی در خاک نفوذ کند، در نتیجه مجاری فاضلاب بار سنگین‌تری را دریافت می‌کند. لایه کاشت و گیاهان بام سبز مقدار متنابه‌ی از آب باران را جذب و تبخیر کرده و در صورت داشتن لایه‌ی انباره‌ی آب، آب باقیمانده برای آبیاری دوباره قابل استفاده است. میزان و نسبت

کانادا، ۱,۵ متر مربع گیاه به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر، می‌تواند اکسیژن موردنیاز یک سال انسان را تامین کند. سطح گیاهان، ذرات معلق در هوا را جذب خود کرده، این ذرات سپس، توسط باران وارد لایه کاشت می‌شود. تحقیقات نشان داده است که خیابان‌های مشجر ۱۰ تا ۱۵ درصد ذرات معلق در هوا کمتری از خیابان‌های 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 می‌تواند تا ۲ کیلو گرم ذرات معلق در هوا را، در سال در خود نگه دارد. از دیگر مزایای بام‌های سبز می‌توان به کاهش گازهای گلخانه‌ای اشاره کرد. مطالعات شورای ملی تحقیقات کانادا نشان می‌دهد؛ چنانچه فقط ۶ درصد از بام‌های شهر تورنتو سبز شوند، سالیانه ۲,۱۸ تن گاز گلخانه‌ای 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 بام‌های سبز در طراحی باغ-مدرسه‌ها می‌توان به کاهش اثرات جزایر گرمایی شهرها اشاره کرد. اصطلاح اثر جزیره گرمایی به اختلاف حرارت بین شهر و حومه آن اطلاق می‌شود و این اختلاف دما گاه می‌تواند 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 می‌تواند در آینده بازهم بیشتر و بیشتر شده و زیان‌های غیرقابل جبرانی برای کره خاکی به ارمغان آورد. بام‌های تیره و آسفالتی متعارف جاذب انرژی و گرمای خورشیدی بوده، یکی از عوامل تاثیرگذار در ظهور پدیده جزایر گرمایی تلقی می‌شوند. پوشش گیاهی بام‌های سبز از طریق چرخه طبیعی تبخیر-تعرق محیط اطراف خود را خنک می‌سازند و چنانچه به صورت گستردگی و در ابعاد وسیع در مقیاس شهری و محله‌ای اجرا شود،

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، می‌تواند 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 می‌دهد اگر تنها نیمی از بام‌های ساختمان‌های مرکز شهر با پوشش گیاهی پوشیده شوند، می‌توان ۱۱ الی ۱۵ درصد از بار سیستم مجاری فاضلاب آب باران شهر کم کرد.

از دیگر اثرات زیست محیطی بام‌های سبز می‌توان به کاهش و تعدیل شدت آلودگی صوتی به خصوص در شهرهای بزرگ و در طراحی باغ-مدرسه‌ها 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 فرکانس‌های پایین و پوشش گیاهی آن فرکانس‌های بالای اصوات را کاهش داده، در نتیجه این گونه بام‌ها به خصوص برای بنایهایی که در مجاورت فرودگاه‌ها، ایستگاه‌های قطار، بزرگراه‌ها، کارخانه‌ها و دیگر مراکز صنعتی و پرسرو صدا هستند موثر عمل می‌کنند. طبق تحقیقات سازمان مسکن کانادا لایه کاشتی به عمق ۱۲ سانتی متر قابلیت تعديل ۴۰ دسیبل (dB) آلودگی صوتی را دارد. بام سبز همچنین با فراهم آوردن زیستگاه برای گونه‌های گیاهی و جذب گونه‌های جاندار و پرندگان از نظر اکولوژی و تنوع زیستی حائز اهمیت می‌باشد. بام‌های سبز به خصوص نوع گستره 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 تخم‌گذاری آنها ایجاد می‌کنند. بام‌های سبز برخلاف تصور اولیه دارای منافع اقتصادی نیز می‌باشند. منافع زیست محیطی

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

سیاست‌های توسعه بام‌های سبز در طراحی باغ-مدارس

استراتژی‌های دولت‌ها در خصوص ترغیب توسعه بام‌های سبز توسط شهروندان در پنج روش کلی زیر می‌توان در نظر گرفت:

۱. «یکپارچه نمودن مقررات توسعه موجود با بام‌های سبز»: هرچند ایجاد انگیزه در جامعه معمولاً در سیاست گذاری‌ها مطلوب تلقی می‌شود، اما در بسیاری موارد، تدوین مقیاس‌ها و واحدهای اجرایی، از طبیعت داوطلبانه سیاست‌ها مؤثرتر است. سازگار نمودن و یکپارچگی مقررات بکارگیری بام‌های سبز در آیین‌نامه‌های توسعه، یکی دیگر از ابزارهای موجود برای توسعه پوشش‌های سبز می‌باشد. شهرداری‌ها می‌توانند به صورت هماهنگ در مقررات توسعه خود، بام‌های سبز را بر اساس مقادیر جبران اکولوژیکی، آیین‌نامه‌های محلی و همچنین افزایش انگیزه اجرای بام‌های سبز با اعطای تراکم بیشتر ساختمان‌سازی به مالکان مورد توجه جامعه قرار دهند. یکی از مهمترین ابزارهایی که شهرداری‌ها می‌توانند در توسعه این سامانه بکاربرند، هماهنگی جریمه‌های تخلفات ساختمانی با توسعه سامانه سبز، به جای دریافت جریمه‌های مالی است. این راهکار سبب می‌گردد که هزینه‌هایی که شهرداری در جهت بهبود کیفیت فضاهای شهری و دستیابی به سرانه مورد نیاز فضای سبز متحمل می‌شود بوسیله خود مالکین و شهروندان با توجه مزایای زیادی که بام‌های سبز برای بهبود کیفیت محیط زیست شهری دارند تأمین گردد.

۲. «ایجاد انگیزه‌های مالی مستقیم»: این انگیزه‌ها به طور معمول، به شکل کمک‌های مالی

به مالکین و توسعه دهندهان سقف‌های سبز است. کمکهای مالی بر اساس اهداف اجرا و نوع طراحی که دارند قابل تغییر است. مقدار کمکهای مالی می‌تواند به روش‌های متعدد 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 عمولاً 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 پژوهه توسعه بام‌های سبز تلقی شود. نتایج ناشی از افزایش گستردگی آگاهی‌های عمومی در مسائل مختلف در مقایسه با آینه‌نامه‌ها 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، عمولاً از طریق هزینه‌های مربوط به جداسازی فاضلاب و مقدار فاضلاب تولیدی استفاده کنندگان، که توسط شهرداری‌ها از مصرف کنندگان آب گرفته می‌شود عمل می‌نماید. در انگیزه‌های مالی غیرمستقیم بر

خلاف انگیزه‌های مالی مستقیم، مقدار سودآوری و صرفه‌های اقتصادی، واضح و بر طبق آینه‌نامه‌ها قابل پیش‌بینی است و شامل مالیات‌های ماهیانه برای جداسازی فاضلاب در مصارف بهداشتی و پرداخت‌های سالیانه برای سیستم‌های کنترل سیالاب است، که میزان آن بر اساس مقدار سطوح نفوذناپذیر هر ملک بدست می‌آید. بام‌های سبز بدلیل کاهش میزان سطوح نفوذناپذیر و کنترل سیالاب 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 ساختمندانهای دارای بام سبز دارای پارامترهای مشخص شده ضوابط و استانداردهاست (Ngan, 2004, p. 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 کرده‌هنوز 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 بنهای 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 گستردگی بام‌های سبز در سطح ملی آغاز کرد. نتیجه تحقیقات چهار مانع اصلی در راه تحقق

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 انگشت شمار پژوهش‌های 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 ملزمومات قانونی، بی‌اعتمادی‌های گذشته که بدلیل فقدان آگاهی و مشکلات تکنیکی ناشی از اجرای نادرست بوجود آمده بود، غلبه بر

گستردنگی 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 عامله 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 نوبودن 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 گستردنگی آن در سطح شهری انجام گرفته نشان می‌دهد، مهم‌ترین فاكتور 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 اقتصادی آن‌ها پیچیده است. لذا، محدودیت‌های

جدول ۲. تدوین استانداردها و آیین نامه‌های مورد نیاز جهت ارزیابی عملکرد بام‌های

سبز؛ مأخذ: یافته‌های تحقیق.

استانداردهای ارزیابی	تدوین استانداردهایی در خصوص ارزیابی عملکردهای زیست محیطی بام‌های سبز	
	بعد زیست محیطی	بعد اجرایی
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.		
ایجاد استانداردهایی برای محاسبه میزان نفوذ پذیر و اشباع آب در محیط‌های رشد گیاه.		
ایجاد استانداردهایی برای انتخاب، نصب و نگهداری بام‌های سبز.		
ایجاد استانداردهایی برای نگهداری آب و زهکشی ژئوفیزیکی بام‌های سبز.		
	بعد نگهداری و دوام	

مدیریت شهری

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

جدول ۳. جدول راهبردهای توسعه بام سبز: مأخذ: یافته های تحقیق.

تعیین اهداف سیاستگذاری	اهداف سیاستگذاری ها به معنی تعریف جامع و مشخص نمودن منافع مورد انتظار از توسعه بامهای سبز در مناطق شهری است.
انتخاب اندکی از اهداف سیاستگذاری	انتخاب مکان های درست موجود در یک حوزه و همچنین نوع ساختمان و کاربری آن اهمیت بسیاری دارد. مالکین انواع مختلف ساختمان ها و توسعه دهندها، نیازمند انواع خاص و متغیری از انگیزه های اقتصادی و اجتماعی می باشند.
انتخاب اندکی از اهداف سیاستگذاری	مالکین، با منافع اقتصادی مستقیم از پرورش، کاهش هزینه ها و کسب موافقت از مقامات دولتی برای پروشه توسعه های آینده، به توسعه بامهای سبز ترغیب می شوند. در نهایت آنکه می توان 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 می تواند 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 نمی توان به طور دقیق از جنبه اقتصادی ارزیابی کرد. زیرا بعضی از منافعی که از این بامها عاید می شود مانند افزایش کارآیی سیستم های کنترل سیالاب ها و صرفه جویی در مصرف انرژی که دو مورد از محسوس ترین فواید بامهای سبز هستند، به صورت دقیق قابل ارزیابی اقتصادی نمی باشند.
استانداردهای ساخت	تدوین استانداردهای ساخت و نگهداری، برای حصول اطمینان از کیفیت بالای اجرای بامهای سبز و عملکرد طولانی مدت آن الزامی می نماید.
حمایت های مداوم از سیاست های اجرایی	سیاستگذاری در باب بامهای سبز بایستی با حمایت دائم از شرکت ها و کارخانه های سازنده و مجری صورت پذیرد. در این خصوص شفافیت قوانین ساخت و ساز در این حوزه، اطمینان از دست یابی به اهداف و چشم انداز ها را دو چندان می نماید.
اطمینان از سازگاری با اهداف اجرایی	باید بر اجرای بامها، بررسی صحت تکنیکی آنها، بهینه سازی هزینه ها و کیفیت اجرا توسط شهرداری ها نظارت کامل صورت گیرد.

مشکلات را سخت تر می نمود. به علاوه، منافع نمی گیرد. از آنجا که عمدۀ سازندگان در کشور از خصوصی که در مورد بامهای سبز ذکر گردید، این دسته هستند لازم است انگیزه های بیشتری منافعی طولانی مدت هستند که به سازندگان برای این منظور وجود داشته باشد. ۳. «محدودیت های اقتصادی»: یکی از اثرات انبوه ساز که پس از ساخت بنا را می فروشند تعلق

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

ارکان توسعه پایدار	نmod در طراحی پایدار	نmod در سامانه بام سبز
پایداری اقتصادی	حفظ و ارتقای وضعیت فعلی اقتصادی بدون تخریب منابع طبیعی	ساخت بام سبز مناسب با اهداف اقتصادی خاص
	توجه به انسان و جامعه	ساخت بام سبز مناسب با کاربری خاص
پایداری اجتماعی	افزایش همینگی اجتماعی و مشارکت عمومی	ایجاد محیط با کیفیت مناسب برای زندگی فردی
	توجه به هویت فرهنگی	ایجاد فضای برای تعامل اجتماعی ساکنین ساختمان
پایداری زیست محیطی	کاهش استفاده از منابع طبیعی و انرژی‌های تجدید ناپذیر	ظرایحی بر اساس هویت ایرانی مانند باغ ایرانی
	جلوگیری از انتلاف منابع انرژی	صرفه جویی در مصرف انرژی سرمایش و گرمایش
	کاهش تولید پساماندها و تأکید بر استفاده مجدد و بازیافت پساماندها	ذخیره سیالاتها
	کاهش الودگی‌ها	ایجاد عالیق 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 می‌توان از مزایای بام‌های سبز استفاده نمود و به پایداری و دوام آن امیدوار بود که در قالب برنامه‌های کلان توسعه پایدار و در شاخه سامانه سبز پیگیری و اجرا شود. به عنوان مثال می‌توان محله‌ای را در مرکز شهری یک کلانشهر انتخاب نمود و سامانه سبز را در آن اجرا کرد. با تمام مزایای گستردگی زیست محیطی بام‌های سبز، بالا بودن هزینه‌های اجرایی نصب و راه‌اندازی، آبیاری و حفظ و نگه داری از فضای سبز این گونه بام‌ها، 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 بام‌ها به دلیل منافع کاربردی شان و این روزها به دلیل منافع زیست محیطی سبز می‌شوند. با ادغام این دو ایده و اضافه کردن منافع بی‌شمار اجتماعی ناشی از کاربردی کردن این فضاهای حکومت‌های محلی می‌توانند در راستای توسعه پایدار بام‌های سبز و مدیریت پایدار شهری گام‌های مهمی بردارند. این کاربرد می‌تواند با کاربرد ساختمان هماهنگ گردد. اگر ساختمان دولتی است، از فضای بام آن می‌توان در راستای نیازهای محله و یا در مقیاسی بزرگ‌تر نیاز شهر استفاده کرد. با توجه به مشکل اساسی اغلب کلان شهرها در رابطه با توسعه فضای سبز شهری و تقسیم‌بندی و توزیع عادلانه فضای

احتمالی فقدان آگاهی در مورد منافع اقتصادی دراز مدت و مستقیم محسوس بام‌های سبز گستردگی آن است که هزینه‌ها بسیار بیش از مقداری که هستند خود را نشان می‌دهند و متعاقباً در بازار اقتصادی گرایش در خوری به این تکنولوژی وجود ندارد. باید توجه داشت عمدۀ هزینه‌های اجرایی بام‌های سبز، تامین ملزمات سازه‌ای بام‌هاست که میزان آن به نوع بام سبز و طراحی آن بستگی دارد.

راهبردهای توسعه بام‌های سبز در طراحی باغ - مدارس

در زمینه توسعه بام‌های سبز در مدارس لازم است به این نکته اشاره شود که امروزه بهره‌گیری از بام‌های سبز باعث افزایش روحیه شادابی، احساس حس خلاقیت‌آفرینی و تنوع در فضاهای آموزشی شده و بهبود زیست محیطی این فضاهای را به همراه دارد. لذا می‌توان این راهبردها را در قالب جدول ۳ بر شمرد.

نتیجه گیری و جمعبندی

توسعه پایدار در سه حیطه 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 آلودگی‌ها، ظهور پدیده جزیره گرمایی شهری، بحران انرژی و غیره، سبز کردن بام‌ها، این بار به دلیل

مدیریت شهری

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

۲۳۶

مقابل، تنوع گیاهی کمتری دارند. عنوان مثال، مهمترین هدف از توسعه پایدار در آمریکا در جهت هرچه کمنگ نمودن وابستگی به فرآورده‌های نفتی و یا بعارت بهتر قطع هرگونه وابستگی به شرót 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 شهرواران در سیستم بام سبز پتانسیل های کاربردی زیادی نهفته و بکارگیری این سیستم در شهرها، از میزان هرزینه مصرفی انرژی کاسته و به کارایی مفید محیط می‌افزاید. همچنین بامهای سبز به مساحت قابل ساخت یک پروره در سایت افروده و مکان‌های جدیدی برای اجتماع درون-محیط شهری و گردش در فضای بیرون از خانه را فراهم می‌آورند. تشویق و حمایت‌های بی‌دریغ شهرواران در این باب منجر شده است که صاحبان ساختمان کم کم به ارزش افزوده آن و مزایای بکارگیری از چنین طراحی، گیاهکاری و تخصیص و ساخت باغ باشند و نیازمندی این سیستم در این میان ضوابط مختلفی برای این سیستم در حال بررسی بوده و ساخت انواع باغ بام‌ها 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 تعییه شده پیاده و دیگر موارد را فراتر از سیستم مهندسی باشند. معمولاً کارخانه‌های سازنده دو مشخصه را برای باغ بام‌ها در نظر می‌گیرند که عبارتند از بام‌های متراکم و فشرده، و بام‌های گسترشده و وسیع. بکارگیری هریک از این مشخصه‌ها به تعریف نوع استفاده از باغ بام، تنوع گیاهی مدنظر و میزان هرزینه 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 برنامه ریزی نمود و بدین ترتیب این الگوی جامع، همانند طرح‌های جامع دیگر برای شهرها 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 بالا بردن 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 هدر رفتن گرما و خیس شدن محافظت می‌کنند. بامهای تخت عموماً فاقد ملاحظات زیبایی‌شناسانه عماری بوده و بنابراین نمی‌توانند در اغنای ارزش زیبایی و عماری 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 کم‌ابی، 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 پشت‌بام، اوج تلفیق اجرا با محیط است. دتایل‌های اجرایی چنین بامی تفاوت چندانی 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 ساختمانی کمتری نسبت به بامهای سبز برخوردار بوده و در

مدیریت شهری

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

۲۳۷

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 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 مناسب با نیازهای جامعه؛ ۵. طراحی بامهای سبز در سطح کلان از منظر شهری؛ ۶. طراحی کاشت بام سبز و گیاهان مناسب با اقلیم و ساختمان.

با توجه به موانع موجود در توسعه بام های سبز و با استفاده از تجربیات جهانی، عدمه 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 دهندها که شخصی به منظور رفع نیازها و مشکلات موجود؛ ارائه طرحهایی به منظور ایجاد بام های سبز ارزان و مناسب با شرایط محیطی با ارائه تسهیلات مالی؛ تعیین گونه های گیاهی سازگار به محیط شهری در مناطق مختلف اقلیمی و رویشی کشور؛ ارائه طرحهایی برای جلب استقبال بخش خصوصی به منظور سرمایه گذاری و تبلیغ بام های

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 ساختمنهای 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 تفاوت های 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 باید با هزینه های یک بام عمومی مقایسه شود؛ بلکه این مقایسه باید با هزینه های سرسامآور 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 روانشناسی ناشی از نازیبایی و بی روحی شهرها، مسائل ناشی از سیلاب ها و آبرگرفتگیها، 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

سبز؛ توسعه زیرساخت‌های لازم، لوازم و تجهیزات
مورد نیاز به طور گسترش ده و فروش آن.

منابع و مأخذ

۱۲. کشتکار قلاتی، احمد رضا و انصاری، مجتبی و نازی دیزجی، سجاد (۱۳۸۹) توسعه سامانه بام سبز بر اساس معیارهای توسعه پایدار در ایران، نشریه هوتیت شهر، شماره ۶
 ۱۳. کشتکار قلاتی، احمد رضا (۱۳۸۸) مطالعه و طراحی بام سبز مناسب 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 چالش‌ها و عوامل موثر در عدم گسترش و توسعه بام‌های سبز در ایران، ماهنامه بین‌المللی راه و ساختمان، شماره ۶۲
 ۱۵. سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران (۱۳۸۹) توسعه عمودی فضای سبز، شهرداری تهران، تهران، ایران <http://www.parks.tehran.ir>
 ۱۶. شرقی، علی و محتشمی، محمد حسین (۱۳۸۶) (فضای سبز در ساختمان‌های بلند با رویکردی دوباره به طبیعت، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره نهم، شماره چهارم
 ۱۷. رضویان، محمد تقی و غفوری پور، امین و رضویان، ماهان (۱۳۸۹) بام‌های سبز، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره دهم
 ۱۸. نهرلی، داود و عبدالله‌ی و مهدی و ولی بیگی، مجتبی (۱۳۹۰) بررسی عوامل محدودکننده توسعه بام‌های سبز در ایران بر پایه تحلیل سلسله مراتبی. محیط‌شناسی. شماره ۶۰، صفحه ۹۸-۸۹
 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.cmhcsl.gc.ca/en/imqua/himu/wacon/wacon_088.cfm
 22. Donnelly M (1992) Architecture in the Scandinavian Countries, The MIT Press, Cambridge, MA
۱. بدیری، 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) نظریه‌های مدیریت و حکمرانی 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، ایین و همکاران (۱۳۸۲) محیط‌های 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 م Hormozd، تهران، مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و عماری.
 ۷. پرمن، راجرز، یوما و مک گیل ری جیمز (۱۳۸۲) اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی، حمیدرضا ارباب، تهران، نشر نی، اول.
 ۸. رکن الدین افتخاری، عبدالرضا و محسن آقایاری هیر (۱۳۸۶) سطح بندی پایداری توسعه روستایی، مطالعه موردی بخش هیر، پژوهش‌های 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 ۷۶-۴۴.
 ۱۱. نعمتی، محمدعلی (۱۳۹۰) بررسی جایگاه بام‌های سبز در پیشیرد طراحی پایدار در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه شیراز.

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 Dachbegrünenung, Zur Planung, Ausführung und Unterhaltung von Extensivbegrünungen und Einfachen Intensivbegrünungen, 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 Hausbegrünung; 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 SustainableDesign.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>

میراث شهری

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

۲۴۰